CRT-99-28

Centre de recherche sur les transports (C.R.T.)
Centre for Research on Transportation

L'ÉVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT DES TRANSPORTEURS EN FONCTION DE LEUR SECTEUR D'ACTIVITÉ, DE LA TAILLE DE LEUR FLOTTE ET DE LEUR DOSSIER D'INFRACTIONS

par

Georges Dionne
Denise Desjardins
Jean Pinquet

Laboratoire sur la sécurité des transports
Laboratory on transportation safety

Août 1999

101-01814/

PUBLICATION
CRT-99-28

*L'ÉVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT DES TRANSPORTEURS EN FONCTION DE LEUR SECTEUR D'ACTIVITÉ, DE LA TAILLE DE LEUR FLOTTE ET DE LEUR DOSSIER D'INFRACTIONS**

par

Georges Dionne[1]
Denise Desjardins[2]
Jean Pinquet[3]

* *Cette recherche a été financée par la Société de l'assurance automobile du Québec et le ministère des Transports du Québec dans le cadre du programme d'action concertée FCAR-MTQ-SAAQ sur la sécurité routière. Nous remercions les personnes suivantes de la SAAQ qui nous ont aidé à réaliser cette étude : pour la construction de la base de données : Lynda Blais; pour le transfert des données : Francine Naud, Marielle Duchesne, Daniel Arsenault, Jocelyn Laterreur et Manon Caron; pour avoir participé aux discussions : Claude Corbeil, Conrad Vachon, Pierre Grimbert, Jean St-Arneau;et pour avoir répondu à plusieurs questions: Lyette Couture, Isabelle Bois, Francine Carpentier, Marie Tomassin, Nelli Tatarova, Fernand Pichette et Anne-Marie Lemire. Nous remercions également Pierre Girard, Guy Bordeleau et Daniel Charbonneau pour le support informatique au C.R.T. et Benoît Bourbeau, analyste au C.R.T. pour son aide dans la programmation. Finalement, nous remercions Jean-Claude Cloutier, qui nous a introduit à cette problématique de recherche.*

[1] Professeur de finance, titulaire, Chaire de gestion des risques, HEC-Montréal et chercheur associé Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal, CANADA H3C 3J7

[2] Professionnelle de recherche, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal, CANADA H3C 3J7

[3] Professeur et chercheur, THEMA, Université de Paris X-Nanterre, U.F.R. Sciences économiques, Gestion, Mathématiques et Informatique, 200 Avenue de la République, 92001 Nanterre Cedex — FRANCE

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec,
Bibliothèque nationale du Canada, 1999

Résumé

L'objectif de cette étude est d'analyser les accidents routiers des véhicules commerciaux motorisés (entreprises de transport par camions et par autobus). Nous voulons particulièrement vérifier comment les activités de prévention routière des propriétaires et des conducteurs affectent les taux d'accidents. Nous considérons également plusieurs autres facteurs explicatifs comme la taille de la flotte, son exposition au risque et son secteur d'activité. Les caractéristiques des véhicules sont également prises en considération. Dans la seconde partie du rapport, nous proposons un modèle de tarification de l'assurance des transporteurs en fonction des infractions transporteurs et conducteurs qui tient compte des tailles des flottes.

Mots clés : Véhicules commerciaux, risques, points d'inaptitude, sécurité routière, exposition au risque, tarification.

Abstract

The objective of this study is to analyze road accidents of commercial motor vehicles (trucking and buses carriers). Particularly, we want to verify how the safety activities of both the carriers and the drivers affect the accident rates. We also consider many other factors such as the size of the fleets, their risk exposure and their activity sector. Characteristics of the vehicles are also taken into account. In the second part of the report, we propose an insurance tarification model for the carriers based on the safety activities of both the carriers and the drivers that takes into account the size of the fleets.

Keywords : Commercial vehicles, risks, demerit points, road safety, risk exposure, tarification.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des schémas ii
Liste des tableaux iii
Liste des figures vi
Résumé vii
Introduction xi

PARTIE 1 : ANALYSE STATISTIQUE DES ACCIDENTS

1. Problématique, objectifs, méthodologie et revue de la littérature 1

1.1. Problématique et objectifs 1
1.2. Méthodologie 2
1.3. Revue de la littérature 3

2. Données de l'étude 5

3. Variables et modèles économétriques 19

3.1. Choix et description des variables du modèle 19
3.2. Modèles économétriques 27

4. Résultats 29

4.1. Statistique descriptive 29
4.1.1. Nombre de véhicules et nombre d'accidents 29
4.1.2. Kilométrage 30
4.2. Résultats des analyses économétriques 41

5. Conclusion de la partie 1 90

6. Références de la Partie 1 91

PARTIE 2 : TARIFICATION DES FLOTTES

7. Systèmes bonus-malus sur des flottes de véhicules 93

7.1 Introduction 93
7.2 Estimation du modèle à effets aléatoires sur le fichier des flottes de la SAAQ 95
7.3 Tarification sur la base du modèle à effets aléatoires et comparaison avec les résultats précédents 98

8. Conclusion de la partie 2 107

Annexe I : Liste des variables avec leur description 108

Annexe II : Prédiction des risques avec des modèles à effets aléatoires et application aux flottes de véhicules 144

LISTE DES SCHÉMAS

Schéma 1: Liens créés entre les fichiers des données obtenues de la SAAQ 9

Schéma 2: Création du fichier « IDENT » : Identification du transporteur routier 10

Schéma 3: Création des fichiers « VEH_96 » et « VEH_95 » 11

Schéma 4: Création des fichiers « ACC_96 », « V_INFRAC_95 » et « INFRAC_CSU_95 » 12

Schéma 5: Création du fichier « VEH_F_96 » 13

Schéma 6: Création du fichier « VEH_K_96 » 16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Nombre de victimes pour 10 millions de kilomètres parcourus selon la nature des blessures et le type du véhicule pour l'année 1996 xi

Tableau 2: Secteurs économiques d'activités des 52 662 transporteurs routiers 14

Tableau 3: Nombre de véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 par transporteur 14

Tableau 4: Nombre d'années-véhicules éligibles arrondi au nombre naturel le plus proche par transporteur routier en 1996 15

Tableau 5: Secteurs économiques d'activités des 28 538 transporteurs routiers ayant au moins un véhicule avec une estimation du kilométrage en 1996 17

Tableau 6: Répartition des transporteurs ayant au moins un véhicule avec l'estimation du kilométrage selon le nombre de véhicules éligibles du transporteur 17

Tableau 7: Répartition des transporteurs ayant au moins une année-véhicule avec l'estimation du kilométrage selon le nombre d'années-véhicules éligibles en 1996 18

Tableau 8: Nombre de camions et tracteurs routiers autorisés à circuler au 31 décembre 1996 obtenu à l'aide des publications de la SAAQ et celui obtenu à partir de notre base de données selon le type d'utilisation du véhicule 29

Tableau 9: Nombre d'autobus et de minibus autorisés à circuler au 31 décembre 1996 obtenu à l'aide des publications de la SAAQ et celui obtenu à partir de notre base de données selon le type d'utilisation du véhicule 30

Tableau 10: Kilométrage moyen estimé pour l'année 1996 selon le type de véhicule 31

Tableau 11: Kilométrage moyen pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers, selon le secteur d'activité du transporteur 32

Tableau 12: Kilométrage moyen pour l'année 1996 des autobus selon le secteur d'activité du transporteur 33

Tableau 13: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation des camions et tracteurs routiers 34

Tableau 14: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation des autobus 35

Tableau 15: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le nombre d'essieux des camions et tracteurs routiers 36

Tableau 16: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation et le nombre d'essieux des camions et tracteurs routiers 37

Tableau 17: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le nombre de cylindres des camions et tracteurs routiers 37

Tableau 18: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le nombre de cylindres des autobus 38

Tableau 19: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type de carburant des camions et tracteurs routiers 39

Tableau 20: Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type de carburant des autobus 40

Tableau 21: Taux moyens d'accidents des camions de 3 000 kg et plus pour l'année 1996, au Québec 46

Tableau 22: Taux moyens d'accidents avec blessés et morts impliquant un camion de 3 000 kg et plus pour l'année 1996, au Québec 50

Tableau 23: Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative pour l'année 1996, au Québec (124 629 véhicules sans kilométrage) 54

Tableau 24: Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules sans kilométrage) 57

Tableau 25: Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules avec kilométrage) 60

Tableau 26: Seuil de signification (p) des variables infractions transporteurs et CSU lors de l'estimation du nombre d'accidents totaux impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative 63

Tableau 27: Estimation du nombre d'accidents avec blessés et morts impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (124 629 véhicules sans kilométrage) 64

Tableau 28: Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules sans kilométrage) 67

Tableau 29: Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un camion de 3 000 kg et plu à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules avec kilométrage) 70

Tableau 30: Seuil de signification (p) des variables infractions transporteurs et CSU lors de l'estimation du nombre d'accidents avec blessés et morts impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative 73

Tableau 31: Estimation du nombre moyen d'accidents des autobus pour l'année 1996, au Québec 74

Tableau 32: Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression négative, pour l'année 1996, au Québec (19 114 véhicules sans kilométrage) 76

Tableau 33: Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules sans kilométrage) 78

Tableau 34: Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules avec kilométrage) 80

Tableau 35: Estimation du nombre moyen d'accidents avec blessés et morts impliquant un autobus pour l'année 1996, au Québec 82

Tableau 36: Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (19 114 véhicules sans kilométrage) 84

Tableau 37: Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules sans kilométrage) 86

Tableau 38: Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules avec kilométrage) 88

Tableau 39: Dispersions inter-flottes et totales par tranche de taille des coefficients de bonus-malus (infractions dans le score de tarification) 95

Tableau 40: Dispersions inter-flottes des coefficients de bonus-malus par tranche de taille (modèles à effets aléatoires, turnover égal à 100 ou 0 %) 99

Tableau 41: Rapports entre écarts-type des coefficients de bonus-malus flottes obtenus en rapprochant les deux tableaux précédents 100

Tableau 42: Dispersions inter-flottes des coefficients de bonus-malus par tranche de taille (modèles à effets aléatoires, turnover égal à 100 ou 0 %) 102

Tableau 43: Modèle de Poisson avec infractions 103

Tableau 44: Modèle de Poisson sans infractions 105

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 selon le type du véhicule 31

Figure 2: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et tracteurs routiers selon le secteur d'activité du transporteur 32

Figure 3: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon secteur d'activité du transporteur 33

Figure 4: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le type d'utilisation du véhicule 34

Figure 5: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le type d'utilisation du véhicule 35

Figure 6: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le nombre d'essieux du véhicule 36

Figure 7: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le nombre de cylindres du véhicule 38

Figure 8: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le nombre de cylindres du véhicule 39

Figure 9: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le type de carburant utilisé 40

Figure 10: Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le type de carburant utilisé 41

Résumé

Plusieurs études ont analysé le comportement des conducteurs de véhicules routiers, mais très peu ont abordé la problématique des flottes de véhicules. Au Québec, le bilan des victimes d'accidents impliquant des camions lourds et des autobus de l'année 1996 est plutôt négatif en comparaison de celui des autres véhicules en circulation. De plus, 5 % des utilisateurs de véhicules lourds sont impliqués dans 16 % des accidents impliquant des véhicules lourds en 1997 et sont reconnus coupables de 25 % des infractions routières (Mailhot, 1998). Ce constat indique bien qu'une attention particulière doit être accordée aux plus mauvais risques.

Le but de notre projet de recherche était de développer une méthodologie permettant d'évaluer les risques d'accidents des transporteurs routiers et d'appliquer le modèle à des données québécoises. Le modèle développé tient compte des risques des conducteurs de véhicules lourds et il intègre différents facteurs explicatifs des accidents des véhicules aux propriétaires des véhicules et à leurs conducteurs, dont les comportements délinquants. En particulier, nous tenons compte des infractions transporteurs et des infractions conducteurs pour expliquer les accidents des véhicules. Les secteurs d'activités, de même que les types d'utilisation des véhicules, sont pris en compte explicitement. Les analyses ont été réalisées séparément pour les camions et les autobus.

Pour réaliser cette étude, nous avons eu accès à toutes les données disponibles à la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) durant les années 1995 et 1996. En collaboration avec des membres du personnel de la SAAQ, nous avons développé une procédure pour relier toutes les informations pertinentes à la sécurité routière en utilisant les véhicules comme unité d'observation de base. Nous n'avons pas utilisé les conducteurs, car les fichiers de la SAAQ ne contiennent pas d'information permettant d'établir des liens entre les transporteurs et les conducteurs qui n'ont pas eu d'accidents ni d'infractions. De plus, la SAAQ ne peut pas suivre les déplacements des conducteurs professionnels d'un transporteur à un autre.

Dans une deuxième étape, nous avons développé le modèle statistique permettant de relier les infractions des conducteurs et celles des transporteurs aux risques d'accidents que représentent les véhicules des transporteurs. Nous avons choisi d'estimer les fréquences des accidents des véhicules des flottes pour mesurer les risques des flottes car cette unité d'observation est la plus naturelle pour tenir compte de l'exposition au risque.

Problématique et objectifs

Très peu d'études ont analysé de façon systématique les risques d'accidents des flottes de véhicules. Plusieurs chercheurs ou assureurs se confinent à étudier les risques des conducteurs des véhicules pour avoir un portrait des risques que représente un transporteur. C'est oublier que le propriétaire ou la direction des entreprises peuvent affecter les taux d'accidents de leurs véhicules. Les décisions sur les dépenses d'entretien des véhicules et les directives sur les charges ou les arrimages des véhicules peuvent affecter la sécurité routière.

Une autre difficulté réside dans les poids que l'on doit accorder aux informations statistiques individuelles ou collectives obtenues pour des fins de tarification. Une modélisation adéquate de la tarification des risques des flottes doit intégrer les comportements des conducteurs à ceux des propriétaires afin d'introduire des incitatifs à la prudence qui tiennent compte des différents

niveaux de décision. Mais comment tarifer des flottes de différentes tailles ? Doit-on donner un même poids aux informations statistiques d'une flotte de 5 véhicules qu'à celles d'une flotte de 50 véhicules, sachant que les deux n'ont pas la même précision statistique ? Cette délicate question, non abordée dans la littérature, doit trouver réponse adéquatement avant de mettre en place une politique de tarification, car une mauvaise pondération des informations statistiques peut avoir des répercussions pratiques sur les aspects incitatifs et d'équité de la tarification retenue.

Une troisième problématique réside dans le fait que les comportements des entreprises de transport peuvent varier d'un secteur d'activité à un autre, d'une taille d'entreprise à une autre, et même d'un type de véhicule à un autre. La question de recherche ici est de se demander si ces différences sont dues à des expositions aux risques différentes ou à des caractéristiques de marché non observées ou non mesurées par les variables disponibles dans les fichiers de l'assureur. Comme indiqué dans le cahier d'appel aux propositions, les secteurs ou les marchés les plus réglementés devraient être les plus risqués et les déviants à la réglementation devraient induire des risques plus importants.

Le but de notre programme de recherche était de développer une méthodologie permettant d'évaluer les risques d'accidents des transporteurs routiers et d'appliquer le modèle à des données de la SAAQ. La modélisation devait permettre de séparer les parts des risques attribués aux conducteurs de celles des transporteurs. Le modèle devait en outre identifier les facteurs qui permettent d'isoler les comportements de délinquance.

Trois objectifs avaient été identifiés dans la description du sujet de recherche 97-12 du cahier d'Appel de propositions du concours:

1) identifier les secteurs de transport qui représentent les transporteurs à problème;
2) mesurer l'effet de la taille des flottes sur le niveau de risque du transporteur;
3) identifier les comportements délinquants qui ont des liens directs avec les niveaux de risque pour la sécurité routière.

D'une façon générale, il s'agissait de vérifier comment les secteurs d'activités et les tailles des flottes peuvent influencer les risques des transporteurs. De plus, on devait vérifier comment les comportements délinquants des conducteurs et transporteurs peuvent affecter les risques d'accidents.

Finalement, nous avons ajouté un objectif relié à la tarification des flottes afin de tenir compte de la problématique, discutée plus haut, reliée à la valeur statistique des informations provenant des flottes de différentes tailles.

Méthodologie

Les risques des transporteurs ont été calculés à partir de régressions multivariées qui expliquent les taux d'accidents des véhicules. Nous avons choisi cette approche, car les informations disponibles ne permettaient pas de reconstituer les risques par conducteur, n'ayant accès qu'aux informations sur les conducteurs impliqués dans des accidents ou ayant eu des infractions. Donc, les variables expliquées sont les taux d'accidents annuels des véhicules. Nous avons choisi d'analyser les accidents de l'année 1996.

En collaboration avec des membres du personnel de la SAAQ, nous avons construit une banque de données très détaillée permettant d'utiliser toutes les informations disponibles pour calculer les taux d'accidents des véhicules. En particulier, nous avons pu tenir compte des tailles des flottes, des secteurs d'activités des flottes, des comportements délinquants des conducteurs et des transporteurs, des caractéristiques des véhicules et de l'exposition au risque. Ce travail de mise en forme des données est décrit en détail dans la section deux du rapport, car il constitue à lui seul un output original du projet.

Les comportements délinquants ont été mesurés par les infractions commises en 1995 et condamnées (en 1995 ou ultérieurement) des transporteurs et des conducteurs des véhicules. L'exposition au risque a été mesurée par le kilométrage accumulé entre les vérifications mécaniques.

Nous avons donc pu séparer les comportements des deux groupes (conducteurs et transporteurs) susceptibles d'affecter les taux d'accidents des flottes. Nous avons séparé les flottes de transport des personnes (autobus) de celles de transport des biens (camions). Nous avons également analysé séparément tous les accidents disponibles dans les fichiers informatisés de la SAAQ et les accidents impliquant des blessés et des morts. Les résultats détaillés des régressions et leurs interprétations sont présentés à la section 4 du rapport alors que les modèles et les variables sont présentés à la section 3.

Finalement, le rapport propose une discussion sur la problématique associée au traitement des informations statistiques obtenues de flottes de différentes tailles pour des fins de tarification. Il propose également un modèle de tarification basé sur les infractions véhicules-transporteurs.

Résultats de la partie 1

Nous pouvons résumer les principaux résultats de cette partie de la façon suivante.

Lorsque nous contrôlons pour l'exposition au risque, il n'y a pas de secteur d'activité dans l'industrie du camionnage qui soit plus risquée que d'autres. Par contre, sans ce contrôle effectué en utilisant le kilométrage aux vérifications mécaniques, nous obtenons que les secteurs Camionnage public général et Entreprises de location à court terme représentent des risques plus élevés que les entreprises dans le secteur Camionnage public en vrac, alors que le secteur Camionnage pour compte propre n'est pas différent statistiquement.

Toujours dans l'industrie du camionnage, deux infractions transporteurs sont importantes pour expliquer les accidents totaux des entreprises de camionnage : la surcharge et le non respect de la vérification mécanique. Toutes les infractions CSU étudiées (excès de vitesse, conduite durant sanction, omission de se conformer à un feu rouge, omission de respecter un panneau d'arrêt ou un signal d'agent, omission de porter la ceinture) sont significatives pour expliquer les accidents totaux, alors que seules celles pour excès de vitesse et omission de porter la ceinture le sont pour les accidents impliquant des blessés et des morts. Les plus grandes flottes ont plus d'accidents que les petites flottes.

Les résultats sont moins significatifs pour les autobus. Seule l'infraction CSU pour non arrêt à un panneau ou à un signal d'agent est significative pour expliquer les accidents totaux lorsque nous prenons en compte l'exposition au risque. Aucune variable de taille de flottes est significative.

Résultats de la partie 2

Dans la seconde partie, nous présentons une analyse de la tarification des camions et des flottes pour tous les accidents. La même analyse pourrait être appliquée pour les accidents avec blessés et morts seulement et pour les autobus. Nous ne retenons que les infractions conducteurs et transporteurs qui sont significatives dans les régressions d'accidents. Par contre, la modélisation a dû être adaptée pour tenir compte de la problématique de la fiabilité statistique des informations reçues sur l'expérience passée, qui est fonction de la taille de la flotte.

Dans cette partie de l'étude, nous avons abordé la difficile question de la tarification des flottes de véhicules. Contrairement au cas des conducteurs individuels, le bonus-malus d'une flotte ne peut pas vraiment être réduit à une somme des infractions de la flotte. Il doit tenir compte de la taille des flottes, qui reflète la diversification des risques. Le niveau réel de risque d'une flotte se révèle plus précisément lorsque la taille de la flotte est élevée. L'évolution temporelle (ou le *turnover*) de la taille de la flotte doit aussi être prise en compte.

Ces constatations théoriques nous ont obligés à modifier quelque peu notre modélisation initiale de distribution des accidents présentée dans la première partie du rapport. En particulier, nous avons dû considérer des modèles à effets aléatoires qui pouvaient prendre en compte les hétérogénéités non observables des effets des véhicules et des effets des flottes. Nous avons vérifié que les effets des flottes non observés sont importants. La formule de calcul des risques des flottes retenue donne un poids à cette hétérogénéité non observée des flottes. Cette formule est égale pour chaque véhicule i de la tranche de taille de véhicules k à :

$$\text{coeff}_{ik} = 1 + (\text{dilat}_k\,(\text{bonmal}_{ik} - 1))$$

où bonmal_{ik} est le malus relatif du véhicule i divisé par la moyenne de sa tranche de taille de flotte k pour que la moyenne de la variable bonmal_{ik} soit égale à 1. La valeur de coeff_{ik} est inférieure à un pour un véhicule qui n'a pas accumulé d'infractions car bonmal_{ik} est inférieur à un. Pour un coefficient de taille de flotte donné (dilat_k), un véhicule qui accumule plusieurs points aura un coeff_{ik} élevé. Par contre, deux véhicules ayant des bonmal_{ik} égaux mais faisant partie de flottes de tailles différentes auront des coeff_{ik} différents. En particulier, les véhicules des tailles de flottes élevées auront des coefficients dilat_k plus élevés et donc des coeff_{ik} plus élevés. Comme déjà expliqué, ce résultat est dû au fait que les risques des grandes flottes sont plus diversifiés.

Introduction

Plusieurs études ont analysé le comportement des conducteurs de véhicules routiers, mais très peu ont abordé la problématique des flottes de véhicules. Au Québec, le bilan des victimes d'accidents impliquant des camions lourds et des autobus de l'année 1996 est plutôt négatif en comparaison de celui des autres véhicules en circulation.

Tableau 1
Nombre de victimes pour 10 millions de kilomètres parcourus selon la nature des blessures et le type du véhicule pour l'année 1996

Type de véhicule	Nombre de victimes / 10 millions de kilomètres parcourus			
	Mortels	*Graves*	*Légers*	*Total*
Camion lourd et tracteur routier	0,3	0,9	4,6	5,8
Autobus autre que scolaire	0,4	1,9	16,3	18,5
Autobus scolaire	0,2	1,1	7,8	9,0
Automobile et camion léger	0,1	0,7	5,5	6,3

Source: Dossier statistique Bilan 1997 des taxis, des autobus et des camions et tracteurs routiers, SAAQ, 1998.

De plus, 5 % des utilisateurs de véhicules lourds sont impliqués dans 16 % des accidents impliquant des véhicules lourds en 1997 et sont reconnus coupables de 25 % des infractions routières (Mailhot, 1998). Ce constat indique bien qu'une attention particulière doit être accordée aux plus mauvais risques.

Les rares études que nous avons pu consulter se sont limitées au comportement des conducteurs des véhicules. C'est oublier que les propriétaires peuvent influencer les taux d'accidents de leurs flottes. Ce sont, en général, les propriétaires qui prennent les décisions sur l'entretien mécanique des véhicules, les surcharges, les dimensions excédentaires, l'arrimage des charges... C'est du moins ce que reconnaît la réglementation actuelle en identifiant les différentes infractions face à ces activités comme étant des infractions transporteur. Les comportements de prévention peuvent varier d'un secteur d'activité à un autre, d'une taille d'entreprise à une autre et même selon les types de véhicules.

Le but de notre projet de recherche était de développer une méthodologie permettant d'évaluer les risques d'accidents des transporteurs routiers et d'appliquer le modèle à des données québécoises. Le modèle développé tient compte des risques des conducteurs de véhicules lourds et il intègre différents facteurs explicatifs des accidents des véhicules aux propriétaires des véhicules et à leurs conducteurs, dont les comportements délinquants. En particulier, nous tenons compte des infractions transporteurs et des infractions conducteurs pour expliquer les accidents des véhicules. Les secteurs d'activités, de même que les types d'utilisation des véhicules, sont pris en compte explicitement. Les analyses ont été réalisées séparément pour les camions et les autobus.

Pour réaliser cette étude, nous avons eu accès à toutes les données disponibles à la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) durant les années 1995 et 1996. En collaboration avec des membres du personnel de la SAAQ, nous avons développé une procédure pour relier toutes

les informations pertinentes à la sécurité routière en utilisant les véhicules comme unité d'observation de base. Nous n'avons pas utilisé les conducteurs, car les fichiers de la SAAQ ne contiennent pas d'information permettant d'établir des liens entre les transporteurs et les conducteurs qui n'ont pas eu d'accidents ni d'infractions. La procédure de construction de la base de données est décrite en détail dans la section 2.

Dans une deuxième étape, nous avons développé le modèle statistique permettant de relier les infractions des conducteurs et celles des transporteurs aux risques d'accidents que représentent les véhicules des transporteurs. Nous avons choisi d'estimer les fréquences des accidents des véhicules des flottes pour mesurer les risques des flottes car cette unité d'observation est la plus naturelle pour tenir compte de l'exposition au risque.

Nous montrons que des infractions des deux types (transporteur et conducteur) accumulées en 1995 sont significatives pour expliquer les accidents des entreprises de camionnage de 1996. Les résultats sont beaucoup moins significatifs pour les flottes d'autobus.

Dans la deuxième partie du rapport, nous proposons un modèle de tarification des flottes des véhicules.

Ce rapport est divisé en huit sections. Dans la première section de la première partie, réservée à l'estimation des risques d'accidents des transporteurs, nous présentons la problématique et certaines études réalisées sur le sujet. Puis, nous décrivons la base de données construite en collaboration avec la SAAQ. Dans le section trois, nous discutons des modèles économétriques utilisés pour estimer les fréquences d'accidents. Dans la quatrième section, nous présentons les principaux résultats de la première partie de l'étude. Ces résultats sont résumés dans la conclusion de la première partie, qui est la section 5 du rapport. Dans la deuxième partie du rapport, nous abordons la problématique de la tarification des flottes de véhicules. Très peu d'auteurs ont vraiment abordé ce sujet de façon professionnelle dans la littérature. Après avoir présenté, dans l'annexe de cette partie, un nouveau modèle de tarification, nous appliquons ce modèle aux données du projet. Nous montrons comment il est possible d'utiliser les infractions véhicules et transporteurs significatives pour expliquer les accidents à des fins de tarification. Une longue discussion est réservée à la problématique de l'influence de la taille des flottes sur les coefficients bonus-malus. En particulier, nous discutons des liens entre la crédibilité accordée à l'historique de la flotte en fonction de la taille de celle-ci. Chaque partie de l'étude contient une conclusion.

Partie 1

Analyse statistique des accidents

1. Problématique, objectifs, méthodologie et revue de la littérature

1.1. Problématique et objectifs

Très peu d'études ont analysé de façon systématique les risques d'accidents des flottes de véhicules. Plusieurs chercheurs ou assureurs se confinent à étudier les risques des conducteurs des véhicules pour avoir un portrait des risques que représente un transporteur. C'est oublier que le propriétaire ou la direction des entreprises peuvent affecter les taux d'accidents de leurs véhicules. Les décisions sur les dépenses d'entretien des véhicules et les directives sur les charges ou les arrimages des véhicules peuvent affecter la sécurité routière.

Une autre difficulté réside dans les poids que l'on doit accorder aux informations statistiques individuelles ou collectives obtenues pour des fins de tarification. Une modélisation adéquate de la tarification des risques des flottes doit intégrer les comportements des conducteurs à ceux des propriétaires afin d'introduire des incitatifs à la prudence qui tiennent compte des différents niveaux de décision. Mais comment tarifer des flottes de différentes tailles ? Doit-on donner un même poids aux informations statistiques d'une flotte de 5 véhicules qu'à celles d'une flotte de 50 véhicules, sachant que les deux n'ont pas la même précision statistique ? Cette délicate question, non abordée dans la littérature, doit trouver réponse adéquatement avant de mettre en place une politique de tarification, car une mauvaise pondération des informations statistiques peut avoir des répercussions pratiques sur les aspects incitatifs et d'équité de la tarification retenue.

Une troisième problématique réside dans le fait que les comportements des entreprises de transport peuvent varier d'un secteur d'activité à un autre, d'une taille d'entreprise à une autre, et même d'un type de véhicule à un autre. La question de recherche ici est de se demander si ces différences sont dues à des expositions aux risques différentes ou à des caractéristiques de marché non observées ou non mesurées par les variables disponibles dans les fichiers de l'assureur. Comme indiqué dans le cahier d'appel aux propositions, les secteurs ou les marchés les plus réglementés devraient être le plus risqués et les déviants à la réglementation devraient induire des risques plus importants.

Le but de notre programme de recherche était de développer une méthodologie permettant d'évaluer les risques d'accidents des transporteurs routiers et d'appliquer le modèle à des données de la SAAQ. La modélisation devait permettre de séparer les parts des risques attribués aux conducteurs de celles des transporteurs. Le modèle devait en outre identifier les facteurs qui permettent d'isoler les comportements de délinquance.

Trois objectifs avaient été identifiés dans la description du sujet de recherche 97-12 du cahier d'Appel de propositions du concours:

1) identifier les secteurs de transport qui représentent les transporteurs à problème;
2) mesurer l'effet de la taille des flottes sur le niveau de risque du transporteur;
3) identifier les comportements délinquants qui ont des liens directs avec les niveaux de risque pour la sécurité routière.

D'une façon générale, il s'agissait de vérifier comment les secteurs d'activités et les tailles des flottes peuvent influencer les risques des transporteurs. De plus, on devait vérifier comment les comportements délinquants des conducteurs et transporteurs peuvent affecter les risques d'accidents.

Finalement, nous avons ajouté un objectif relié à la tarification des flottes afin de tenir compte de la problématique, discutée plus haut, reliée à la valeur statistique des informations provenant des flottes de différentes tailles.

1.2. Méthodologie

Les risques des transporteurs ont été calculés à partir de régressions multivariées qui expliquent les taux d'accidents des véhicules. Nous avons choisi cette approche, car les informations disponibles ne permettaient pas de reconstituer les risques par conducteur, n'ayant accès qu'aux informations sur les conducteurs impliqués dans des accidents ou ayant eu des infractions. Donc, les variables expliquées sont les taux d'accidents annuels des véhicules. Nous avons choisi d'analyser les accidents de l'année 1996.

En collaboration avec des membres du personnel de la SAAQ, nous avons construit une banque de données très détaillée permettant d'utiliser toutes les informations disponibles pour calculer les taux d'accidents des véhicules. En particulier, nous avons pu tenir compte des tailles des flottes, des secteurs d'activités des flottes, des comportements délinquants des conducteurs et des transporteurs, des caractéristiques des véhicules et de l'exposition au risque. Ce travail de mise en forme des données est décrit en détail dans la section suivante, car il constitue à lui seul un output original du projet.

Les comportements délinquants ont été mesurés par les infractions commises en 1995 et condamnées (en 1995 ou ultérieurement) des transporteurs et des conducteurs des véhicules. L'exposition au risque a été mesurée par le kilométrage accumulé entre les vérifications mécaniques.

Nous avons donc pu séparer les comportements des deux groupes susceptibles d'affecter les taux d'accidents des flottes. Nous avons séparé les flottes de transport des personnes (autobus) de celles de transport des biens (camions). Nous avons également analysé séparément tous les accidents disponibles dans les fichiers informatisés de la SAAQ et les accidents impliquant des blessés et des morts. Les résultats détaillés des régressions et leurs interprétations sont présentés à la section 4 alors que les modèles et les variables sont présentés à la section 3.

Finalement, la section 5, propose une discussion sur la problématique associée au traitement des informations statistiques obtenues de flottes de différentes tailles pour des fins de tarification. Elle propose également un modèle de tarification basé sur les infractions véhicules-transporteurs.

1.3. Revue de la littérature

Moses et Savage (1996) ont analysé la performance du système de réglementation de la sécurité des entreprises de camionnage de la Federal Highway Administration américain (FHWA). Ce programme a comme objectif d'identifier les entreprises les plus risquées et d'inciter ces entreprises à améliorer leur performance. Ce programme est caractérisé par un audit des activités de prévention et par une inspection des activités des conducteurs et des véhicules sur la route. Pour différentes raisons dont la sous-déclaration des accidents, on n'utilise pas les taux d'accidents pour mesurer la performance des entreprises de camionnage. Dans leur article, Moses et Savage veulent vérifier si les entreprises qui performent le moins bien aux activités d'inspection sont également celles qui ont le plus d'accidents.

Il faut mentionner que l'audit des entreprises n'implique pas une inspection des véhicules. Le questionnaire auprès des membres du personnel est limité à percevoir le degré de prévention de l'entreprise par le biais de différentes questions à différents employés donc ceux responsables de l'entretien des véhicules. Un second programme est plus directement relié aux activités sur la route. Plus de 1,5 million véhicules et conducteurs sont inspectés chaque année. Une caractéristique importante de ce programme est qu'il n'est pas administré de façon aléatoire. En effet les véhicules sont sélectionnés à partir du jugement de l'inspecteur qui souvent se fie à l'apparence du véhicule. Les données recueilles ne sont donc pas nécessairement une mesure objective du niveau de sécurité de l'industrie.

Les auteurs montrent, à l'aide d'un modèle de régression de la famille Poisson comme ceux qui seront utilisés dans ce rapport, que les trois variables utilisées pour mesurer la non-performance des entreprises de camionnage (le nombre de véhicules inspectés sur la route, le nombre de véhicules mis hors de service aux inspections et un audit de l'entreprise non satisfaisant) sont significatives pour expliquer les accidents déclarés. Ils obtiennent également que la taille de la flotte, mesurée par le nombre de kilomètres parcourus, a un effet négatif sur la sécurité routière lorsque les variables d'inspection sont absentes des calculs. Mais cet effet disparaît avec l'ajout de ces variables, ce qui laisse soupçonner une corrélation entre la taille de la firme et la probabilité d'être inspecté sur la route.

Dans une étude détaillée de la relation conducteur-transporteur, les américains ont montré que les taux de non-respect des règles de sécurité routière des conducteurs varient beaucoup entre les transporteurs. Mais plus important encore pour notre recherche, leurs résultats démontrent qu'il y a une relation statistique entre les infractions et les taux d'accidents. Par contre, les mesures de classification des performances à la prudence (Safety Rating) ne sont de bons prédicteurs des accidents, ce qui n'est guerre surprenant étant donné que ces mesures sont souvent des auto évaluations des entreprises.

Finalement cette étude insiste sur le fait que les performances en sécurité routière des conducteurs doivent être associées à celles des transporteurs, une préoccupation importante dans notre étude. En effet, cette association permet d'identifier les transporteurs qui ne valorisent pas suffisamment la sécurité routière.

Plusieurs auteurs ont abordé la question de la sécurité des camions dans le livre de Saccomanno et Shortreed (1996). Ces contributions sont bien résumées dans l'article d'introduction des deux directeurs de la publication. Deux chapitres de ce livre sont directement reliés à notre recherche.

Le premier, par McCarthy a analysé la relation entre la taille des flottes et les performances en sécurité routière. Il montre que les transporteurs de plus grande taille sont moins sécuritaires. En particulier, il vérifie qu'une augmentation de 1 % dans l'indice de taille des flottes augmente le taux d'accident de 0,61 %.

La seconde étude par Persaud et al. a analysé la relation entre les performances en sécurité des conducteurs et leurs taux d'accidents. Comme pour le modèle appliqué au Québec depuis 1992 pour les conducteurs de véhicules de promenade, les auteurs ont vérifié si la performance au cours d'une période de deux ans peut prédire les accidents au cours des deux prochaines années. Ils ont effectué des analyses pour les conducteurs de camion et de véhicules de promenade. Ils obtiennent que les deux groupes ont des poids similaires pour les diverses contreventions. Par contre, les auteurs identifient leurs conducteurs de camion par le type de permis ce qui ne garantit pas que ces détenteurs de permis sont vraiment des conducteurs professionnels. Une autre difficulté avec cette étude est que les auteurs ont utilisé des modèles de régression linéaires qui ne tiennent pas en compte des particularités des distributions des accidents connues dans la littérature depuis maintenant le début des années 1980.

Si, maintenant, nous abordons la littérature sur l'assurance des flottes nous constatons que très peu d'auteurs ont vraiment traité le problème de façon satisfaisante. En (1991), Taugels et Sundt ont proposé un modèle de tarification des flottes des automobiles basé sur l'expérience passée. Ils montrent que la prime pure est une fonction linéaire du volume de risque lorsque ce dernier devient très grand, ce qui implique que la prime doit être proportionnelle au volume de risque lorsque celui-ci augmente. Ce résultat est relié au fait que la précision de l'information statistique augmente avec la taille des flottes. Fluet (1998) a obtenu un résultat similaire dans son analyse comparative des polices d'assurance des flottes comparativement à celles des simples véhicules, en présence d'asymétrie d'information. Pour une comparaison de différents modèles de tarification actuariels traditionnels appliqués aux flottes automobiles voir Nuttens (1994). Cette dimension de la précision de l'information statistique en fonction de la taille des flottes sera importante dans le chapitre sur la tarification.

2. Données de l'étude

Pour répondre aux objectifs de l'étude, nous avons créé un banque de données à partir des fichiers de la Société d'Assurance Automobile du Québec (SAAQ). Le point de départ est l'ensemble des transporteurs inscrits dans la table V_TRANSPORTEUR en date du 23 juillet 1997. Pour qu'un transporteur soit inscrit dans la table, il doit être propriétaire ou locataire à long terme d'un ou plusieurs véhicules éligibles, ou avoir commis une infraction de type transporteur.

Un véhicule est éligible, si

- La catégorie de la plaque a une des valeurs suivantes :
  « A », « F », « L », « VR »;
- Le statut de la plaque est « D » (détenir);
- Le type d'usage du véhicule est « AB », « CA » ou « AU » :
  - Type d'utilisation catégorie usage est différent de
    « ECOND », « HABIT », « AUTRE », « DENEI » et « DEPAN »;
  - Statut du véhicule relié à l'autorisation est « A » (actif) ou « R » (reconstruit);
  - Pour le type véhicule usage « CA » ou « AU » la masse nette du véhicule est plus grande que 3 000 kg et le type d'utilisation catégorie usage est différent « URGEN ».

En date du 23 juillet 1997, la table V_TRANSPORTEUR contenait 123 058 lignes de 116 caractères (35 variables). 7 lignes ont été enlevées (doubles), ce qui donne 123 051 lignes. La liste des 35 variables avec leur description de la table V_TRANSPORTEUR se trouve dans l'annexe I. Nous abordons maintenant celles que nous avons utilisées pour notre étude.

Liste des variables utilisées de la table V_TRANSPORTEUR

nip ='trarout_nip'	tra_2='trarou_dat_crea_trans'
tra_13='trarou_sta_trarou'	tra_14='trarou_dat_modif_sta_trarou'
tra_33='trarou_sect_actv_econo'	

Au cours des années, un transporteur peut devenir « Inactif »:

1. s'il n'a plus d'autorisations actives pour ses véhicules éligibles
2. s'il n'a plus de permis de la C.T.Q.;
3. si un propriétaire ou un locataire à long terme devient un locataire à court terme.

Les numéros d'identification personnels (nip) ont été extraits de la table V_TRANSPORTEUR pour former un fichier « NIP », et par ce fichier, on est allé chercher l'enregistrement dossier personne correspondant de la table V_DOSPER. Les numéros d'identification personnels de la table V_TRANSPORTEUR qui ne se trouvaient pas dans la table V_DOSPER, ont été filtrés par le fichier « CLEDPA » qui relie les anciens et les nouveaux numéros d'identification personnels (nip). De plus, pour les dossiers personnes ayant un numéro de fusion, l'enregistrement de la table V_FUSION a été extrait. Les raisons pour lesquelles un événement fusion a été effectué sont :

1. Appariement de dossier (décision administrative);
2. Fusion de l'entreprise avec d'autres entreprises.

En date du 17 novembre 1997, la table V_FUSION contenait 35 385 lignes de 536 caractères (53 variables). La liste des 53 variables avec leur description de la table V_FUSION se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_FUSION :

tra_nip='trarout_nip'	fus_1='fusion_no_fusio'
fus_9='fusion_dat_cessa_oper'	fus_11='fusion_sta_fusio'
fus_12='fusion_typ_fusio'	
fus_25='fusion_no_ident_rsult'	fus_26='fusion_ctr_ident_fsion'
fus_27='fusion_nip'	fus_28='fusion_sta_doss_pers'
.....	.....
fus_53='fusion_nip'	fus_54='fusion_sta_doss_pers'

La variable fus_9 indique la date à laquelle une entreprise cesse ses opérations c'est-à-dire la date réelle de la fusion de l'entreprise. La variable fus_12 indique la raison pour laquelle un événement de fusion a été effectué. Les fusions d'entreprises correspondent à la valeur « F ». La valeur « A » correspond à un appariement de dossier (décision administrative).

À partir du fichier « NIP », les autorisations de circuler de tous les véhicules de la base (V_AUTORISATION), les informations sur chaque véhicule (V_VÉHICULE) et les informations concernant les données de la plaque reliée à une autorisation de circuler (V_PLAQUE) ont été extraites du système d'immatriculation (V_IMMATRICULATION) de même que les infractions condamnées et commises par un transporteur routier (V_INFRACTION).

La liste des 21 variables avec leur description de la table V_AUTORISATION se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_AUTORISATION :

nip='trarout_nip'	autor_1='dat_deb_autor'
autor_2='dat_exp_autor'	autor_3'dat_annul_autor'
autor_6'sta_autor'	autor_8='typ_utiln'
autor_9='typ_utilr'	autor_10='typ_lieu
autor_11='typ_veh_categ_usage'	autor_12='typ_rop_categ_usage'

La liste des 23 variables avec leur description de la table V_VÉHICULE se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_VÉHICULE :

nip='trarout_nip'	veh_1='niv'
veh_4='annee_fabri'	veh_5='masse_nette'
veh_7='nb_cyl'	veh_9='typ_carbu'
veh_12='indic_eta_mecan'	veh_13='typ_veh'
veh_18='dat_pour_insp_mecan'	veh_20='nb_esieu_max'

La liste des 5 variables avec leur description de la table V_PLAQUE se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_PLAQUE :

nip='trarout_nip'	plaq_1='no_plaq'
plaq_2b='sta_plaq'	plaq_3='dat_emis_plaq
plaq_4='dat_fin_plaq'	

La liste des 22 variables avec leur description de la table V_INFRACTION se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_INFRACTION :

nip='trarout_nip'	inf_1='nci'
inf_4='artic_loi_enfre'	inf_6='sta_infra'
inf_8='dat_commi_infra'	inf_9='dat_conda_infra'
inf_16='no_plaq'	

À partir du numéro de plaque des véhicules extrait du système d'immatriculation, les accidents et les infractions pour lesquelles un conducteur a été condamné ont été retirés des tables correspondantes : ACCIDENT et INFRACTIONS_CSU. Du numéro d'identification personnel provenant de la table ACCIDENT, d'autres infractions condamnées pour un conducteur ont été extraites de la table INFRACTION_CSU. Nous avons aussi extrait des informations de la table PERMIS.

La liste des 301 variables avec leur description de la table ACCIDENT se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table ACCIDENT :

nip='trarout_nip'	acc_1='numéro d'événement'
acc_18='date de l'accident'	acc_21='nombre de morts'
acc_22= 'nombre de blessés'	acc_23='nombre de véhicules'
acc_49='numéro de partie véhicule 1'	acc_61='immatriculation véhicule 1'
acc_69='masse nette du véhicule 1'	acc_129='nip véhicule 1'
acc_130='numéro de partie véhicule 2'	acc_142='immatriculation véhicule 2'
acc_150='masse nette du véhicule 2'	acc_200='nip du véhicule 2'

La liste des 52 variables avec leur description de la table INFRACTION_CSU se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table INFRACTION_CSU :

nip='trarout_nip'	infc_1='dat_crea_infra'
infc_2='typ_infra'	infc_3='natur_infra_susrv'
inf_5='point_infra'	inf_6='stsa_infra_susrv'
inf_7='dat_commi_infra_susrv'	inf_8='dat_declr_culpa'
inf_10='nci'	inf_15='no_plaq'

Finalement, à partir du db-key (cet élément permet de faire des liens entre les différentes tables lorsqu'il n'y a pas d'identifiant unique entre elles) des véhicules du système d'immatriculation, les informations concernant les données du dossier vérification mécanique (V_DOSVER) ont été reliées aux véhicules correspondants.

La liste des 144 variables avec leur description de la table V_DOSVER se trouve dans l'annexe I.

Liste des variables utilisées de la table V_DOSVER :

nip='trarout_nip'	dosv_1='no_certf_vrfn_mecan'
dosv_2='no_plaq'	dosv_4='dat_vrifn_veh'
dosv_34='sta_doss_vrifn'	veh_1='nvi'
dosv_46='kmg-vehver'	

Le Schéma 1 donne une image des liens que nous avons établis des différentes étapes d'extraction des données obtenues de la SAAQ.

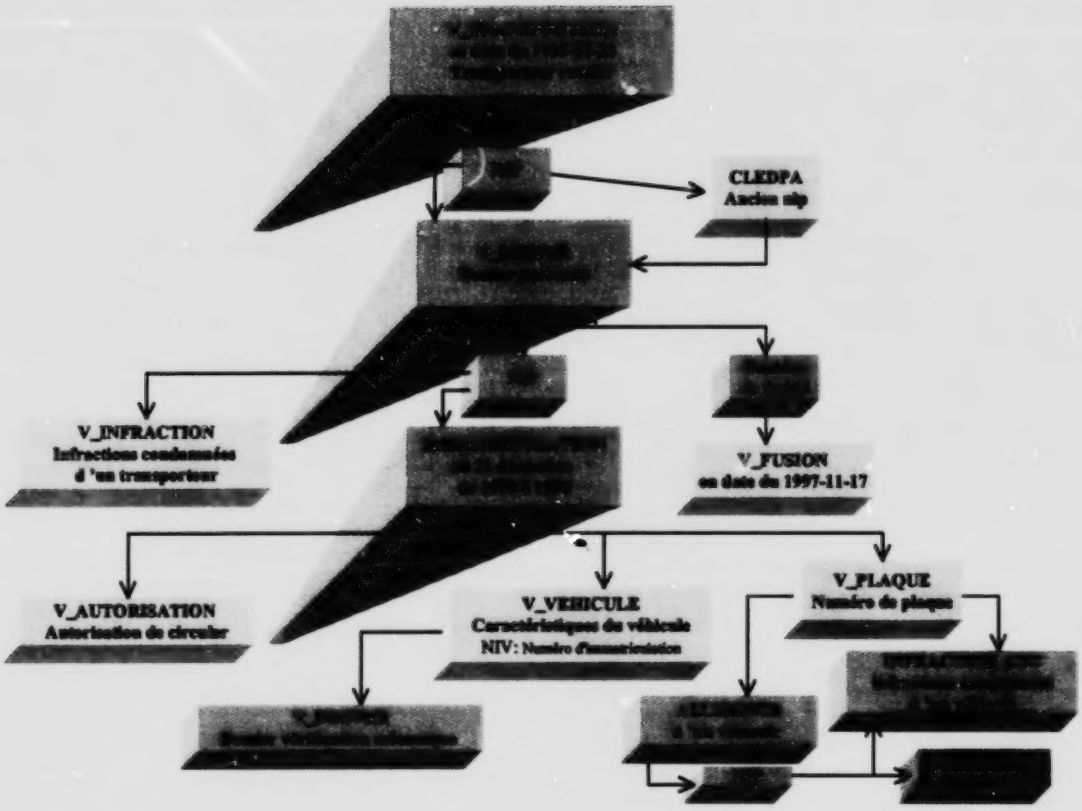

Schéma 1
Liens créés entre les fichiers des données obtenues de la SAAQ

À partir du numéro d'identification personnel (nip) inscrit dans les tables suivantes :

1. V_DOSPER (NIP dossier personne);
2. CLEDPA (Ancien NIP);
3. V_FUSION (NIP fusionnés et NIP résultant d'une fusion);
4. V_TRANSPORTEUR (NIP transporteur);

nous avons créé un numéro d'identification personnel du transporteur résultant nommé TRNIP. Cette étape a été nécessaire car un même transporteur pouvait avoir jusqu'à vingt-huit NIP différents (incluant les NIP fusionnés). Un fichier « IDENT » a été construit contenant 153 903 lignes c'est-à-dire 153 903 NIP différents pour 117 227 TRNIP (Transporteur NIP résultant) différents pour identifier le transporteur.

Le Schéma 2 donne une image des liens qui ont permis de construire le fichier «IDENT»

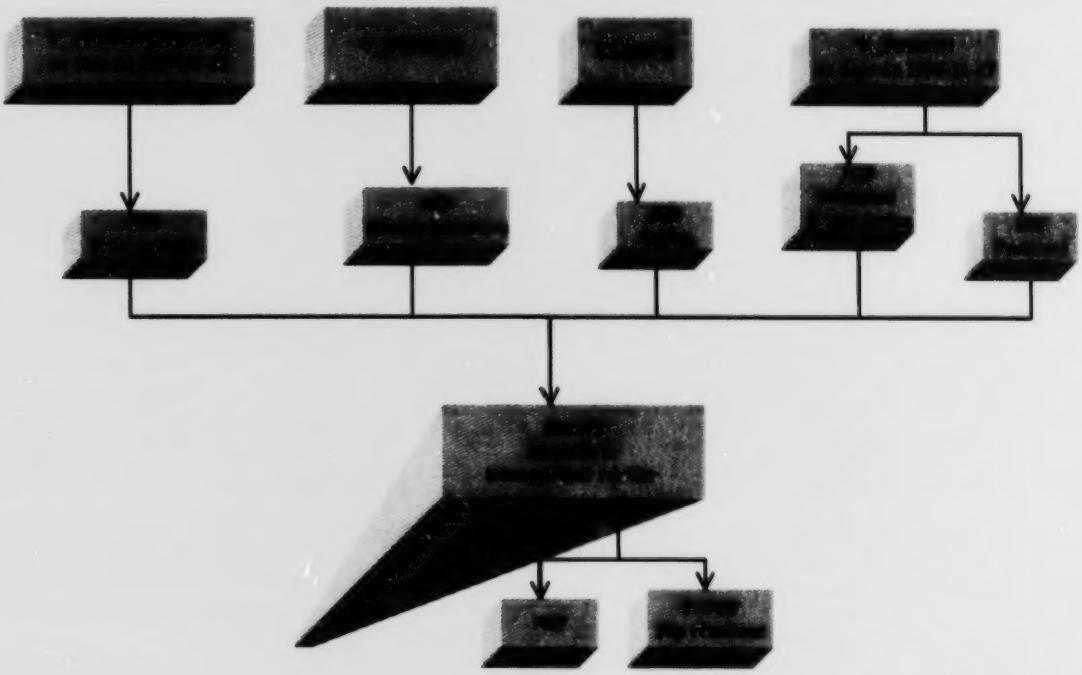

Schéma 2
Création du fichier « IDENT » : Identification du transporteur routier

Pour les analyses de ce projet, la période d'observation des accidents et des caractéristiques des transporteurs et des véhicules est du 1 janvier au 31 décembre 1996. Nous avons sélectionné les véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 (VEH_96, voir Schéma 3). Pour pouvoir calculer le nombre d'infractions condamnées pour un transporteur routier ainsi que le nombre d'infractions condamnées par les conducteurs d'un véhicule éligible mais commises en 1995, il a fallu également sélectionner les véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1995 (VEH_95, voir Schéma 3).

Le fichier « VEH_96 » est l'unité de base, car nous n'avons considéré que les transporteurs routiers ayant au moins un véhicule éligible avec au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996. Les fichiers « VEH_90, VEH_91, VEH_92, VEH_93, et VEH_94 » n'ont pas été utilisés pour ce rapport. Par contre ces données seront très utiles pour analyser la stabilité de nos résultats dans le temps et pour considérer les aspects dynamiques de différentes formules de tarification.

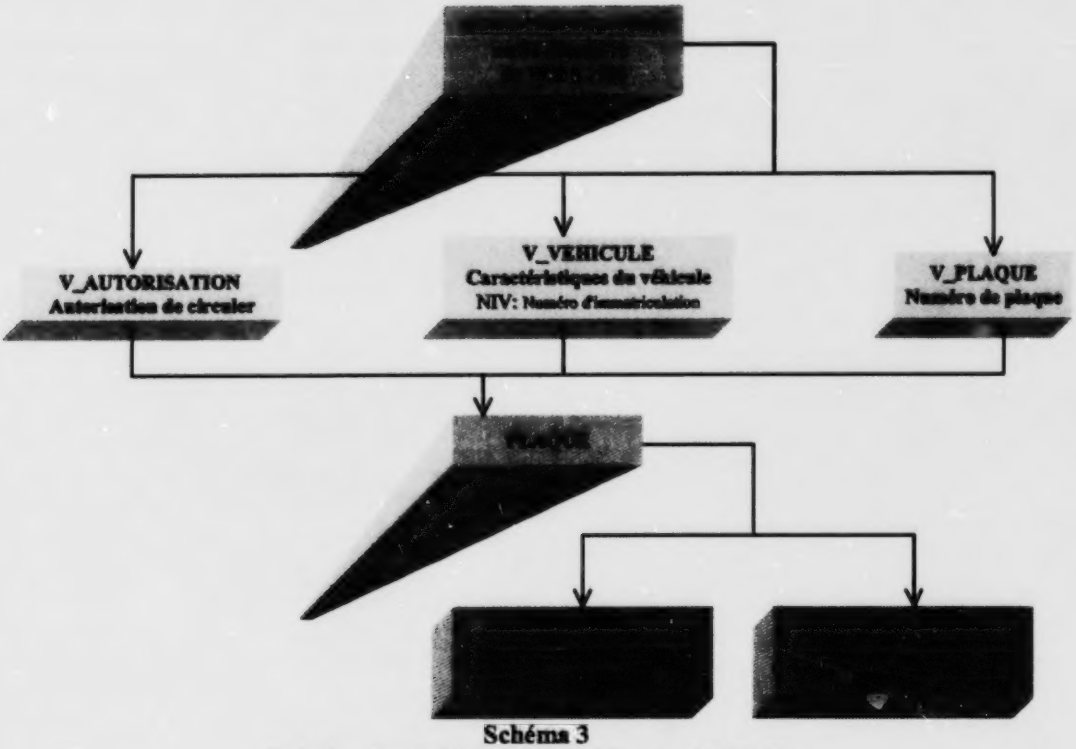

Schéma 3
Création des fichiers « VEH_96 » et « VEH_95 »

Pour chaque véhicule éligible ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996, nous avons calculé le nombre d'accidents totaux et ceux avec blessés et morts seulement en 1996 (ACC_96, voir Schéma 4). Pour les véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1995, nous avons calculé le nombre d'infractions condamnées par le transporteur mais commises en 1995 avec le dit véhicule (V_INFRAC_95, voir Schéma 4) et le nombre d'infractions condamnées des conducteurs et également commises en 1995 avec le dit véhicule (INFRAC_CSU_95, voir Schéma 4).

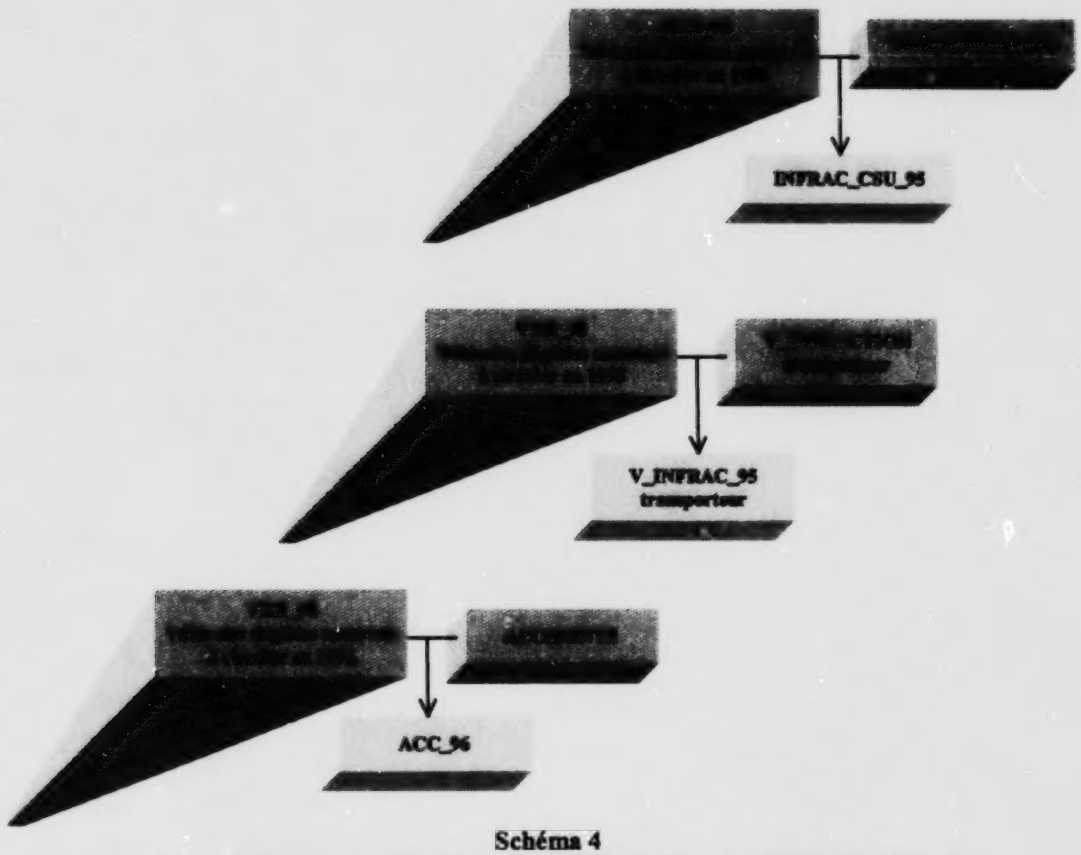

Schéma 4
Création des fichiers « ACC_96 », « V_INFRAC_95 » et « INFRAC_CSU_95 »

Finalement, nous avons vérifié la concordance entre les dates de création et de fin (statut inactif) du transporteur routier, et les dates de début, d'annulation et d'expiration de l'autorisation de circuler en 1996 du véhicule, incluant la date de fusion d'entreprise s'il y a lieu. 3 % des véhicules ont été éliminés car il n'y avait pas de concordance entre les dates. Par exemple, un véhicule pouvait avoir une autorisation de circuler en 1996 depuis plus de 3 mois après que le transporteur soit inactif, ou depuis plus de 3 mois avant que le transporteur soit créé.

Les informations concernant le transporteur routier et les caractéristiques du véhicule ont été reliées ensemble pour obtenir le fichier « VEH_F_96 », (voir Schéma 5). Ce fichier contient 143 744 véhicules éligibles ayant eu au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 et dont les dates de création et de fin du transporteur concordent avec celles des autorisations. Nous retrouvons 52 662 transporteurs routiers.

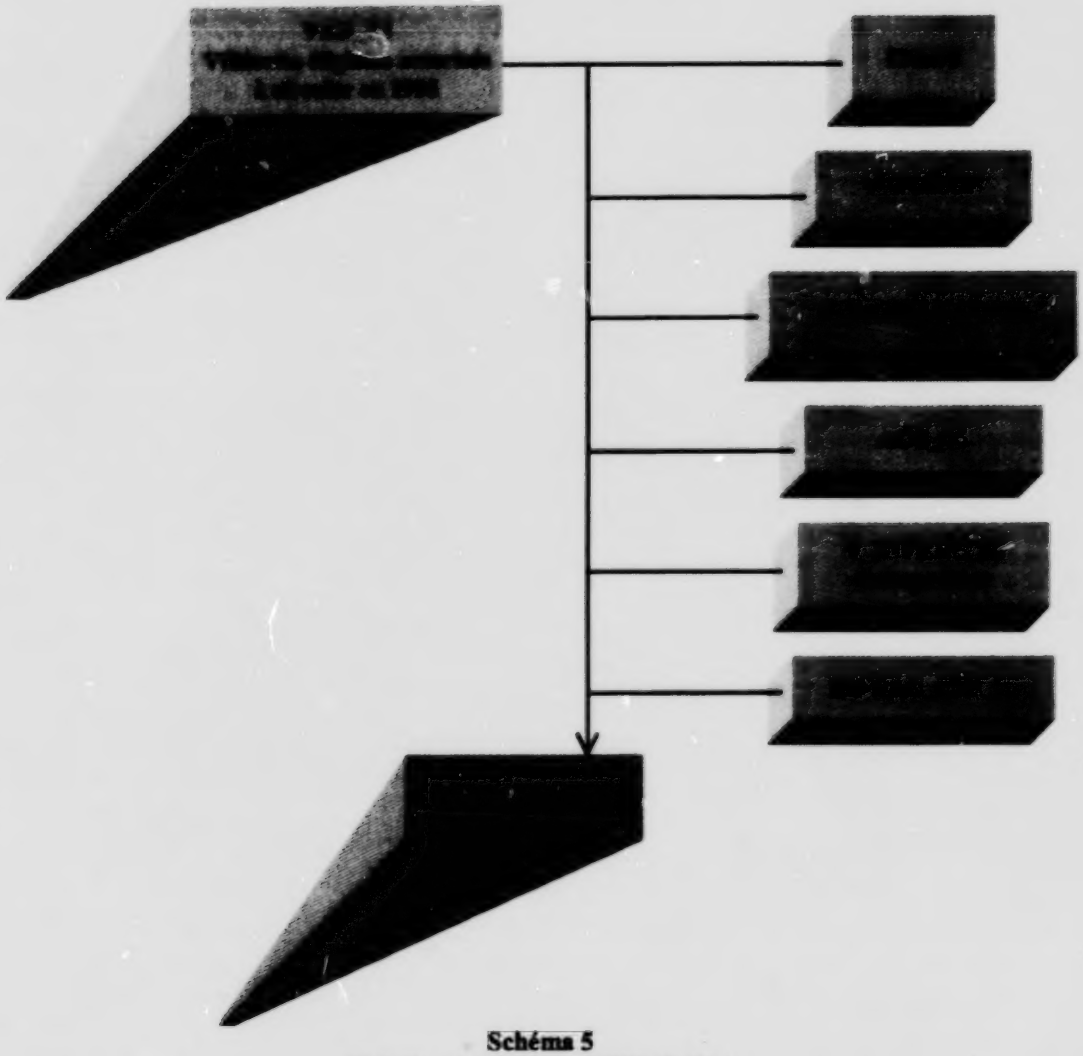

Schéma 5
Création du fichier « VEH_F_96 »

En 1996, notre population d'étude contient 52 662 transporteurs routiers ayant au moins un véhicule éligible avec au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996. Le Tableau 2 donne la répartition des transporteurs routiers selon leur secteur économique d'activité. Parmi les 52 662 transporteurs, 95,5 % d'entre eux œuvrent dans le transport des biens et 3,9 % d'entre eux œuvrent dans le transport des personnes.

Tableau 2
Secteurs économiques d'activités des 52 662 transporteurs routiers

Secteurs d'activités en 1996	Nombre	%
Transport en commun urbain	31	0,06
Transport en commun interurbain	282	0,54
Transport par autobus scolaire	992	1,88
Transport de personnes avec autobus privé	771	1,46
Camionnage public général	2 667	5,06
Camionnage public en vrac	6 472	12,29
Camionnage pour compte propre	41 158	78,16
Entreprise de location à court terme	131	0,25
Inconnue	158	0,30
Ensemble des transporteurs	**52 662**	**100,00**

Le Tableau 3 donne la répartition du nombre de véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 par un transporteur routier. Près de deux tiers des transporteurs ont un véhicule éligible au cours de l'année 1996, 16,5 % ont 2 véhicules éligibles et seulement 1,3 % ont plus de 20 véhicules éligibles.

Tableau 3
Nombre de véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 par transporteur

Taille de la flotte en 1996	Nombre	%
1 véhicule	34 101	64,8
2 véhicules	8 676	16,5
3 véhicules	3 424	6,5
4 à 5 véhicules	2 798	5,3
6 à 9 véhicules	1 833	3,5
10 à 20 véhicules	1 140	2,2
21 à 50 véhicules	480	0,9
51 à 150 véhicules	163	0,3
151 à 400 véhicules	34	0,1
401 véhicules et plus	13	0,0
Ensemble des transporteurs	**52 662**	**100,0**

Le Tableau 4 donne la répartition de la taille de la flotte en années-véhicules du transporteur pour l'année 1996. On retrouve 13,2 % des 52 662 transporteurs ayant moins de 0,5 année-véhicule pour l'année 1996, 60,2 % d'entre eux ayant 1 année-véhicule et seulement 1 % des transporteurs routiers dont la taille de la flotte est supérieure à 20 années-véhicules.

Tableau 4
Nombre d'années-véhicules éligibles arrondi[1]
au nombre naturel le plus proche par transporteur routier en 1996

Taille de la flotte en 1996 en années-véhicules (arrondie au nombre naturel le plus proche)	Nombre	%
Moins de 0,5 année-véhicule	6 959	13,2
1 année-véhicule	31 689	60,2
2 années-véhicules	6 341	12,0
3 années-véhicules	2 588	4,9
4 à 5 années-véhicules	2 235	4,2
6 à 9 années-véhicules	1 371	2,6
10 à 20 années-véhicules	940	1,8
21 à 50 années-véhicules	376	0,7
51 à 150 années-véhicules	127	0,2
151 à 400 années-véhicules	27	0,1
401 années-véhicules et plus	9	0,0
Ensemble des transporteurs	**52 662**	**100,0**

[1] Sauf pour une taille inférieure à un où le nombre a été arrondi à 0,5.

Une mesure d'exposition au risque est le kilométrage parcouru du véhicule. Lors du contrôle de vérification mécanique obligatoire des véhicules assujettis à ce contrôle, une lecture de l'odomètre est inscrite sur le certificat de vérification, lequel est enregistré dans la table V_DOSVER. Des critères de sélection ont été élaborés pour ne conserver que les observations utilisables pour l'estimation du kilométrage moyen correspondant au nombre de jours que le véhicule est autorisé à circuler en 1996 :

1. Le véhicule doit avoir au moins une lecture de l'odomètre au cours de l'année 1996 ;
2. Le véhicule doit également avoir au moins une lecture de l'odomètre au cours de l'année 1995 ou au cours de l'année 1997 ou plus d'une lecture de l'odomètre au cours de l'année 1996. Ces lectures doivent être cohérentes entre elles selon les dates de lecture pour obtenir un nombre de jours et un kilométrage moyen journalier ;
3. S'il y a plus d'une lecture de l'odomètre au cours de l'année, nous n'avons retenu que la dernière date où il y a une lecture de l'odomètre pour l'année 1995 et pour l'année 1997 ;
4. Le calcul du kilométrage moyen journalier s'obtient en faisant la différence entre deux dates et deux lectures de l'odomètre de la façon suivante :
    i. Pour les véhicules ayant une lecture en 1995 et une lecture en 1997 :
    - Si le nombre de jours entre la date de lecture de 1996 et le 1 janvier 1996 est supérieure à 183 jours, le kilométrage moyen journalier est égal à la différence entre la lecture de l'odomètre de 1996 et celle de 1995 divisée par le nombre de jours entre ces deux lectures ;
    - Sinon le kilométrage moyen journalier est égal à la différence entre la lecture de l'odomètre de 1997 et celle de 1996 divisée par le nombre de jours entre ces deux lectures ;

ii. Pour les véhicules ayant une lecture en 1995 mais aucune en 1997, le kilométrage moyen journalier est égal à la différence entre la lecture de l'odomètre de 1996 et celle de 1995 divisée par le nombre de jours entre ces deux lectures ;

iii. Pour les véhicules ayant une lecture en 1997 mais aucune en 1995, le kilométrage moyen journalier est égal à la différence entre la lecture de l'odomètre de 1997 et celle de 1996 divisée par le nombre de jours entre ces deux lectures ;

iv. Pour les véhicules ayant plus d'une lecture de l'odomètre cohérente en 1996 mais aucune en 1995 et en 1997, le kilométrage moyen journalier est égal à la somme des différences entre deux lectures de l'odomètre subséquentes de 1996 divisée par le nombre de jours correspondants.

5. Le kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé à circuler en 1996 est égal au nombre de jours d'autorisation de circuler en 1996 multiplié par le kilométrage moyen journalier obtenu au point 4. Nous n'avons conservé que les véhicules ayant un kilométrage estimé pour l'année 1996 (365 jours) supérieur ou égal à 1 000 km et inférieur à 400 000 km.

Suite à la sélection basée sur les critères retenus, nous avons obtenu une estimation du kilométrage moyen pour 64 413 véhicules, soit 45 % de l'ensemble des 143 743 véhicules. Les informations contenues dans le fichier « VEH_F_96 » des 64 413 véhicules et l'estimation du kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé à circuler en 1996 ont été reliées ensemble pour obtenir le fichier « VEH_K_96 », (voir Schéma 6).

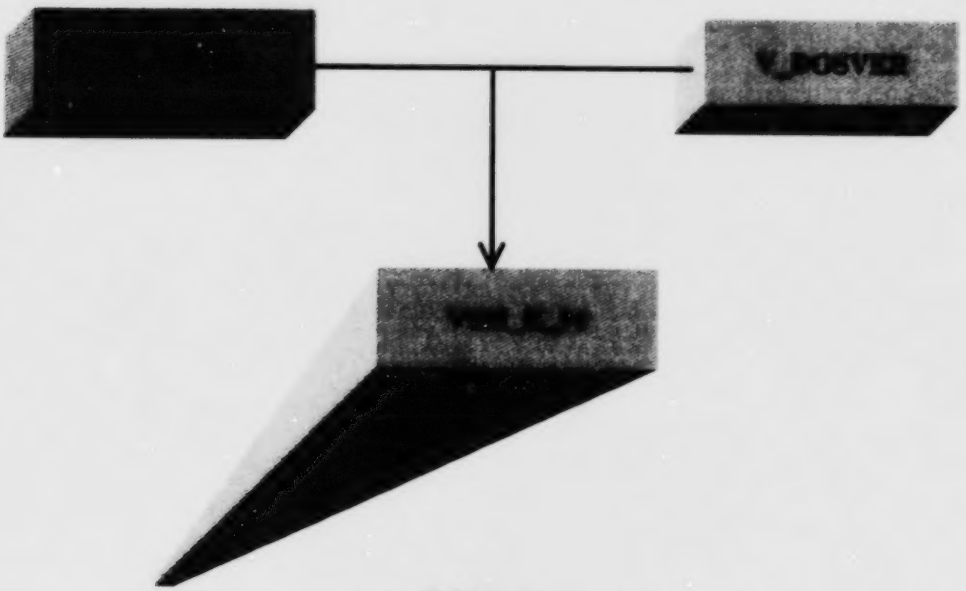

Schéma 6
Création du fichier « VEH_K_96 »

Nous retrouvons 28 538 transporteurs routiers ayant au moins un véhicule avec une estimation du kilométrage, soit 54 % des 52 662 transporteurs de notre population de 1996. Le Tableau 5 donne la répartition de ces 28 538 transporteurs routiers selon leur secteur économique d'activité. Parmi les 28 538 transporteurs, 94,3 % d'entre eux œuvrent dans le transport des biens (1,2 % de moins que notre population de 1996) et 5,1 % d'entre eux œuvrent dans le transport des personnes (1,2 % de plus que notre population de 1996).

Tableau 5
Secteurs économiques d'activités des 28 538 transporteurs routiers ayant au moins un véhicule avec une estimation du kilométrage en 1996

Secteurs d'activités en 1996	Nombre	%
Transport en commun urbain	26	0,09
Transport en commun interurbain	201	0,70
Transport par autobus scolaire	772	2,71
Transport de personnes avec autobus privé	450	1,58
Camionnage public général	1 775	6,22
Camionnage public en vrac	3 865	13,54
Camionnage pour compte propre	21 275	74,55
Entreprise de location à court terme	101	0,35
Inconnue	73	0,26
Ensemble des transporteurs	**28 538**	**100,00**

Le Tableau 6 donne la répartition des transporteurs ayant au moins un véhicule avec l'estimation du kilométrage et ceux qui n'ont aucun véhicule avec l'estimation du kilométrage selon le nombre de véhicules éligibles ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996 qu'un transporteur routier possède ou utilise. Pour plus de la moitié des transporteurs qui ont un véhicule éligible au cours de l'année 1996, l'estimation du kilométrage du véhicule est inconnue.

Tableau 6
Répartition des transporteurs ayant au moins un véhicule avec l'estimation du kilométrage selon le nombre de véhicules éligibles du transporteur

Nombre de véhicules en 1996	Transporteurs ayant au moins un véhicule avec km		Transporteurs n'ayant aucun de ses véhicules avec km		Ensemble des transporteurs en 1996
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre
1 véhicule	15 426	45,2	18 675	54,8	34 101
2 véhicules	5 065	58,4	3 611	41,6	8 676
3 véhicules	2 505	73,2	919	26,8	3 424
4 à 5 véhicules	2 257	80,7	541	19,3	2 798
6 à 9 véhicules	1 607	87,7	226	12,3	1 833
10 à 20 véhicules	1 032	90,5	108	9,5	1 140
21 à 50 véhicules	445	92,7	35	7,3	480
51 à 150 véhicules	155	95,1	8	4,9	163
151 à 400 véhicules	33	97,1	1	2,9	34
401 véhicules et plus	13	100,0	0	0,0	13
Ensemble des transporteurs	**28 538**	**54,2**	**24 124**	**45,8**	**52 662**

Le Tableau 7 donne la répartition des transporteurs ayant au moins une année-véhicule avec l'estimation du kilométrage et ceux qui n'ont aucune année-véhicule avec l'estimation du kilométrage selon la taille de la flotte en années-véhicules du transporteur pour l'année. Pour près de la moitié des transporteurs qui ont une année-véhicule, l'estimation du kilométrage est inconnue.

Tableau 7
Répartition des transporteurs ayant au moins une année-véhicule avec l'estimation du kilométrage selon le nombre d'années-véhicules éligibles en 1996[1]

Taille de la flotte en 1996 en années-véhicules (arrondie au nombre naturel le plus proche)	**Transporteurs ayant au moins une année-véhicule avec km**		**Transporteurs n'ayant aucune de ses années-véhicules avec km**		**Ensemble des transporteurs en 1996**
	Nombre	**%**	**Nombre**	**%**	**Nombre**
Moins de 0,5 année-véhicule	1 301	18,7	5 658	81,3	6 959
1 année-véhicule	16 016	50,6	15 673	49,4	31 689
2 années-véhicules	4 500	71,0	1 841	29,0	6 341
3 années-véhicules	2 149	83,0	439	17,0	2 588
4 à 5 années-véhicules	1 941	86,8	294	13,2	2 235
6 à 9 années-véhicules	1 256	91,6	115	8,4	1 371
10 à 20 années-véhicules	860	91,5	80	8,5	940
21 à 50 années-véhicules	358	95,2	18	4,8	376
51 à 150 années-véhicules	122	96,1	5	3,9	127
151 à 400 années-véhicules	26	96,3	1	3,7	27
401 années-véhicules et plus	9	100,0	0	0,0	9
Ensemble des transporteurs	**28 538**	**54,2**	**24 124**	**45,8**	**52 662**

[1] Arrondi au nombre naturel le plus proche par transporteur routier.

3. Variables et modèles économétriques

3.1. Choix et description des variables du modèle

Un objectif du projet est de développer une méthodologie qui permettra d'évaluer les risques d'accidents des transporteurs et d'appliquer la méthodologie aux données québécoises. Pour ce faire, dans un premier temps, nous devons évaluer les taux d'accidents des véhicules en tenant compte des risques que représentent les conducteurs de même que ceux attribuables aux transporteurs routiers.

L'unité d'observation est un véhicule éligible ayant au moins un jour d'autorisation de circuler en 1996. Le véhicule est classé selon son type d'utilisation dans l'un des deux groupes suivants : transport des biens ou transport de personnes. Ces deux groupes de véhicules ont été analysés séparément. Nous avons aussi analysé séparément les accidents totaux et les accidents avec blessés et morts. Ici l'interprétation des variables est limitée aux accidents totaux.

Variable dépendante

Y= Le nombre d'accidents dans lequel le véhicule a été impliqué au cours de la période où le véhicule avait une autorisation active de circuler pour l'année 1996. (Y peut prendre les valeurs 0, 1, 2, 3, 4 et plus).

Nous avons retenu tous les accidents présents dans les fichiers de la SAAQ, incluant ceux n'impliquant que des dommages matériels seulement.

Variable d'exposition

E= Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active pour l'année 1996 divisé par 365 jours (voir la modélisation économétrique pour plus de détails sur l'utilisation de cette variable).

Variable explicatives

Nous avons sélectionné vingt-cinq (25) variables explicatives dans la base de données créée à cette fin et susceptible d'avoir un effet sur les taux moyens d'accidents des véhicules pour l'année 1996. Nous présentons la liste de ces variables suivies d'une brève description. Nous avons deux types de variables explicatives, celles concernant le transporteur (treize variables) et celles concernant le véhicule (douze variables).

Variables concernant le transporteur

- *Nombre d'année en tant que transporteur au 31 décembre 1996* : cette variable mesure l'expérience en tant que transporteur routier. Un signe négatif est prédit car plus d'expérience en tant que transporteur devrait générer en moyenne moins d'accidents.

- *Date de création du transporteur en 1996* : variable dichotomique prenant la valeur 1 si la date de création du transporteur est comprise entre le 1er janvier et le 31 décembre1996 et la

valeur 0 sinon. Si le coefficient estimé est positif et significatif, cela indiquera que les véhicules d'un transporteur créé durant l'année 1996 sont plus à risques d'accidents que les autres véhicules.

- *Date de fin du transporteur en 1996* : variable dichotomique prenant la valeur 1 si la date où le transporteur devient inactif est comprise entre le 1er janvier et le 31 décembre1996 et la valeur 0 sinon. Si le coefficient estimé est positif et significatif, cela indiquera que les véhicules dont le transporteur est devenu inactif durant l'année 1996 sont plus à risques d'accidents que les autres véhicules

- *Date de la fusion de l'entreprise en 1996* : variable dichotomique prenant la valeur 1 si la date de fusion de l'entreprise est comprise entre le 1er janvier et le 31 décembre1996 et la valeur 0 sinon. Si le coefficient estimé est positif et significatif, cela indiquera que les véhicules dont le transporteur a fusionné durant l'année 1996 sont plus à risques d'accidents que les autres véhicules. Il faut noter que si le transporteur résultant de la fusion est un nouveau transporteur alors la date de la fusion et la date de création sont les mêmes pour ce transporteur.

- *Taille de la flotte en années-véhicules pour l'année 1996* : 11 variables dichotomiques ont été créées à partir des 11 classes de risques que la SAAQ utilise depuis la rencontre avec le CCATM. Elles sont utilisées dans leurs échanges d'information de données pancanadiennes . Les données sont arrondies au nombre naturel le plus proche:

na_veh0 =	1	si le transporteur a moins de 0,5 année-véhicule;
	0	sinon.
na_veh1 =	1	si le transporteur a 1 année-véhicule;
	0	sinon.
na_veh2 =	1	si le transporteur a 2 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh3 =	1	si le transporteur a 3 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh4 =	1	si le transporteur a 4 à 5 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh5 =	1	si le transporteur a 6 à 9 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh6 =	1	si le transporteur a 10 à 20 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh7 =	1	si le transporteur a 21 à 50 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh8 =	1	si le transporteur a 51 à 150 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh9 =	1	si le transporteur a 151 à 400 années-véhicules;
	0	sinon.
na_veh10 =	1	si le transporteur a plus de 400 années-véhicules;
	0	sinon.

La classe de risque 1 année-véhicule est utilisée comme catégorie de référence. Donc des coefficients estimés positifs et significatifs pour les autres classes de risques indiqueront que les véhicules sont plus à risques d'accidents que ceux dans la classe de risque 1 année-véhicule.

➢ *Secteur d'activité économique du transporteur routier.* 6 variables dichotomiques ont été créées pour les véhicules transportant des biens et 7 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des personnes :

- *Pour le transport de biens* :

  sect_14 = 1 si le principal secteur d'activité est le transport de personnes;
  sect_05 = 1 si le secteur d'activité est le camionnage public général;
  sect_06 = 1 si le secteur d'activité est le camionnage public en vrac;
  sect_07 = 1 si le secteur d'activité est le camionnage pour compte propre;
  sect_08 = 1 si le secteur d'activité est une entreprise de location à court terme;
  sect_00 = 1 si le secteur d'activité est inconnu.

  Le secteur d'activité « camionnage public en vrac » est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres secteurs d'activité économiques du transporteur indiqueront que les véhicules pour le transport de biens pour les autres secteurs d'activité représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence (et inversement pour les coefficients positifs et significatifs).

- *Pour le transport de personnes* :

  sect_01 = 1 si le secteur d'activité est le transport en commun urbain
  sect_02 = 1 si le secteur d'activité est le transport en commun interurbain
  sect_03 = 1 si le secteur d'activité est le transport par autobus scolaire
  sect_04 = 1 si le secteur d'activité est le transport de personnes avec autobus privé
  sect_57 = 1 si le secteur d'activité est le camionnage
  sect_08 = 1 si le secteur d'activité est une entreprise de location à court terme
  sect_00 = 1 si le secteur d'activité est inconnu

  Le secteur d'activité « transport de personnes avec autobus privé » est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres secteurs d'activité économiques du transporteur indiqueront que les véhicules pour le transport de personnes de ces secteurs représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence (et inversement pour des coefficients positifs et significatifs).

➢ Sept (7) variables ont été créées pour les véhicules effectuant *le transport des biens* et une (1) variable pour les véhicules effectuant *le transport des personnes* afin de mesurer le nombre d'infractions condamnées par véhicule commises en 1995 par un transporteur routier :

- *Pour le transport de personnes*

  - *Nombre d'infractions condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions de type transporteur devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Pour le transport de biens*

  - *Nombre d'infractions de surcharge condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions de surcharge devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions pour dimension excédentaire condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour dimension excédentaire devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions pour arrimage inadéquat condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour arrimage inadéquat devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions pour non respect des dispositions du Code à l'égard du transport de matières dangereuses condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour non respect du Code à l'égard du transport de matières dangereuses devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions pour non respect des heures de conduites et de travail condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour non respect des heures de conduite et de travail devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions pour non respect des dispositions du Code à l'égard de la vérification mécanique condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour non respect du Code à l'égard de la vérification mécanique devrait générer en moyenne plus d'accidents.

  - *Nombre d'infractions autres que celles déjà mentionnées condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un transporteur routier.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions autres que celles mentionnées devrait générer en moyenne plus d'accidents.

Variables concernant le véhicule

- *Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active pour l'année 1995* : cette variable contrôle l'exposition au risque d'infractions du véhicule pour l'année 1995.

- *Masse nette du véhicule :* 10 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des biens et 5 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des personnes ont été créées:

  - *Pour le transport de biens*

    veh3400 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 3 000 et 3 400 kg
    veh3870 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 3 401 et 3 870 kg
    veh5030 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 3 871 et 5 030 kg
    veh6220 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 5 031 et 6 220 kg
    veh7040 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 6 221 et 7 040 kg
    veh7620 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 7 041 et 7 620 kg
    veh8140 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 7 621 et 8 140 kg
    veh8850 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 8 141 et 8 850 kg
    veh10620 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 8 851 et 10 620 kg
    veh10621 = 1 si la masse est supérieure à 10 620 kg.

    Le groupe de véhicules transportant des biens dont la masse est supérieure à 10 620 kg est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes de la masse du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules transportant des biens représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence.

  - *Pour le transport de personnes*

    veh3390 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 3 000 et 3 390 kg
    veh7200 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 3 391 et 7 200 kg
    veh7560 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 7 201 et 7 560 kg
    veh9630 = 1 si la masse du véhicule est comprise entre 7 561 et 9 630 kg
    veh9631 = 1 si la masse du véhicule est supérieure à 9 630 kg.

    Le groupe de véhicules transportant des personnes dont la masse est supérieure à 9 630 kg est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes de la masse du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules transportant des personnes représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence

- *Nombre de cylindres du véhicule :* 5 variables dichotomiques ont été créées

  cyl_0 = 1 si le nombre de cylindres du véhicule est inconnu
  cyl1_5 = 1 si le nombre de cylindres du véhicule est de 1 à 5
  cyl6_7 = 1 si le nombre de cylindres du véhicule est de 6 ou 7

cyl_8p = 1 si le nombre de cylindres du véhicule est de 8 ou plus de 10

Le groupe de véhicules ayant 8 cylindres ou plus de 10 cylindres est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes du nombre de cylindres du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence.

- *Type de carburant du véhicule :* 3 variables dichotomiques ont été créées

diesel = 1 si le véhicule utilise du diesel comme carburant
essence = 1 si le véhicule utilise de l'essence comme carburant
carb_aut = 1 si le véhicule utilise un autre type de carburant

Le groupe de véhicules utilisant du diesel comme carburant est considéré comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes de carburant du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence.

- *Nombre d'essieux maximum que le véhicule peut supporter :* 7 variables dichotomiques ont été créées *pour le transport des biens seulement*

ess_0 = 1 si le nombre d'essieux maximum ne s'applique pas à ce type de véhicule
ess_2 = 1 si le véhicule a deux essieux et la masse est comprise entre 3 000 et 4 000 kg
ess_2p = 1 si le véhicule a deux essieux et la masse est supérieure à 4 000 kg
ess_3 = 1 si le véhicule a trois essieux maximum qui peuvent le supporter
ess_4 = 1 si le véhicule a quatre essieux maximum qui peuvent le supporter
ess_5 = 1 si le véhicule a cinq essieux maximum qui peuvent le supporter
ess_6p = 1 si le véhicule a six essieux et plus qui peuvent le supporter

Le groupe de véhicules ayant deux essieux et dont la masse est comprise entre 3 000 et 4 000 kg est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés positifs et significatifs pour les autres groupes du nombre d'essieux maximum que le véhicule peut supporter indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques plus élevés que ceux du groupe de référence.

- *Type d'utilisation du véhicule* : 5 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des biens et 4 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des personnes ont été créées

  - *Pour le transport de biens*

compr = 1 si l'usage du véhicule est pour l'utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis de la C.T.Q.
tbrgn = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport de biens autre que « vrac » exigeant un permis de la C.T.Q.
tbrvr = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport de matières en « vrac »
ambul = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport par ambulance

ccomp = 1 si l'usage du véhicule est pour l'utilisation commerciale avec permis de court terme.

Le groupe de véhicules transportant des matières en vrac est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes d'utilisation du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence

- *Pour le transport de personnes*

tprec = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport d'écoliers
tpspe = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport de personnes avec autobus privé
tprpe = 1 si l'usage du véhicule est pour le transport de personnes avec autobus public
urgen = 1 si l'usage du véhicule est pour l'utilisation d'un véhicule d'urgence.

Le groupe de véhicules transportant des personnes avec autobus privé est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés positifs et significatifs pour les autres groupes d'utilisation du véhicule indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques plus élevés que ceux du groupe de référence.

➢ Six (6) variables ont été créées afin de mesurer le nombre d'infractions condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur :

- *Nombre d'infractions pour excès de vitesse condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour excès de vitesse devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Nombre d'infractions pour conduite durant sanction condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour conduite durant sanction devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Nombre d'infractions pour omission de se conformer à un feu rouge condamnées par véhicule et commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour omission de se conformer à un feu rouge devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Nombre d'infractions pour omission de se conformer à un panneau d'arrêt ou aux signaux d'agent condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour omission de se conformer à un panneau d'arrêt ou à un signal d'agent devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Nombre d'infractions pour omission de porter la ceinture condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour omission de porter la ceinture de sécurité devrait générer en moyenne plus d'accidents.

- *Nombre d'infractions autres que celles mentionnées condamnées par véhicule mais commises en 1995 par un conducteur.* Un signe positif est prédit car plus d'infractions pour infractions autres que celles mentionnées devrait générer en moyenne plus d'accidents.

➢ *Estimation du kilométrage moyen parcouru pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé à circuler en 1996* : cette variable est connue pour un sous-ensemble de véhicules. 8 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des biens et 7 variables dichotomiques pour les véhicules transportant des personnes ont été créées

- *Pour le transport de biens*

km5000 =	1	si le kilométrage estimé est inférieur à 5 000 km
km10000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 5 000 et 9 999 km
km15000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 10 000 et 14 999 km
km20000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 15 000 et 19 999 km
km30000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 20 000 et 29 999 km
km50000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 30 000 et 49 999 km
km100000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 50 000 et 99 999 km
km100001 =	1	si le kilométrage estimé est de 100 000 km et plus.

Le groupe de véhicules parcourant 100 000 km et plus est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes de kilométrage indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence.

- *Pour le transport de personnes*

km10000 =	1	si le kilométrage estimé est inférieur à 10 000 km
km15000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 10 000 et 14 999 km
km20000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 15 000 et 19 999 km
km25000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 20 000 et 24 999 km
km30000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 25 000 et 29 999 km
km40000 =	1	si le kilométrage estimé est compris entre 30 000 et 39 999 km
km40001 =	1	si le kilométrage estimé est de 40 000 km et plus.

Le groupe de véhicules parcourant 40 000 km et plus est utilisé comme catégorie de référence. Donc les coefficients estimés négatifs et significatifs pour les autres groupes de kilométrage indiqueront que ces groupes de véhicules représentent des risques moins élevés que ceux du groupe de référence.

3.2. Modèles économétriques

La variable expliquée est le nombre d'accidents d'un véhicule au cours de l'année 1996. Cette variable peut prendre les valeurs 0, 1, 2, 3, ... La plupart des modèles économétriques destinés aux variables discrètes (ou de comptage) ont pour point de départ la distribution de Poisson telle que

$$P(Y_i = y \mid X_i) = \exp(-\lambda_i)\lambda_i^y / y!, \quad (y = 0,1,2,\ldots),$$

où $\lambda_i = \exp(X_i\beta)$, l'indice « *i* » représente l'observation correspondant au véhicule *i*, Y_i est le nombre d'accidents au cours de la période où le véhicule *i* est autorisé de circuler en 1996, X_i est un vecteur de variables explicatives définies précédemment et β est un vecteur (de dimension appropriée) de paramètres. La période où le véhicule est autorisé à circuler n'est pas l'année 1996 au complet pour tous les véhicules éligibles. On veut donc ramener le nombre d'accidents du véhicule sur une base annuelle pour tous les véhicules. Pour ce faire on modélise l'espérance mathématique de Y_i, $E(Y_i \mid X_i) = \mu_i$, où $\mu_i = e_i\lambda_i$ et e_i représente le nombre de jours que le véhicule *i* est autorisé à circuler en 1996 divisé par 365 jours. Le modèle de Poisson exige que la moyenne $E(Y_i \mid X_i)$ soit égale à la variance $V(Y_i \mid X_i)$. On peut estimer le vecteur de paramètres β par la méthode du maximum de vraisemblance. La Log-vraisemblance est définie par

$$L_{Poisson} = \sum_{i=1}^{N} -\mu_i + y_i \log \mu_i - \log(y_i!).$$

Cette Log-vraisemblance est globalement concave et l'estimation des paramètres qui la maximisent est directe. La matrice de variance-covariance des paramètres peut être obtenue à partir des dérivées secondes de la log-vraisemblance $L_{Poisson}$ évaluée en $\hat{\beta}$.

Il est à noter que la restriction de l'égalité de la moyenne et de la variance n'est pas toujours compatible avec les données. Pour les accidents de la route, il arrive souvent que la variance est supérieure à la moyenne. Un modèle correspondant est donné par la distribution binomiale négative où la probabilité individuelle d'avoir *y* accidents devient

$$P(Y_i = y \mid X_i) = \left(\frac{\Gamma(y + \alpha^{-1})}{y!\Gamma(\alpha^{-1})}\right)\left(\frac{\alpha\mu_i}{1+\alpha\mu_i}\right)^y\left(\frac{1}{1+\alpha\mu_i}\right)^{\alpha^{-1}}, \quad \alpha > 0, \; y = 0,1,2,\ldots,$$

où α est le paramètre de dispersion, Γ est la fonction gamma, la moyenne $E(Y_i \mid X_i) = \mu_i = e_i\lambda_i$ et la variance s'exprime par $V(Y_i \mid X_i) = \mu_i(1 + \alpha\mu_i)$. On peut estimer le vecteur de paramètres β et le paramètre de dispersion α par la méthode du maximum de vraisemblance. La Log-vraisemblance est définie par

$$L_{BN} = \sum_{i=1}^{N}\left(\sum_{j=0}^{y_i^*} \log(1+\alpha j) + y_i \log\mu_i - \left(y_i + \alpha^{-1}\right)\log(1+\alpha\mu_i)\right),$$

où $y_i^* = y_i - 1$ et $\sum_{j=0}^{y_i^*}$ est égale à zéro quand $y_i^* < 0$.

La matrice de variance-covariance des paramètres peut être obtenue à partir des dérivées secondes de la Log-vraisemblance L_{BN} évaluée en $\hat{\alpha}$ et $\hat{\beta}$.

La statistique utilisée pour effectuer un test d'ajustement (vérification de la qualité d'ajustement du modèle aux données) est donnée par

$$\chi^2 = \sum_k \left(\frac{\left(n_k - \sum_i \hat{p}_i(k) \right)^2}{\sum_i \hat{p}_i(k)} \right)$$

avec n_k = fréquence observée de *k* accidents

$\hat{p}_i(k)$ = probabilité prédite par le modèle de k accidents pour le véhicule *i*.

Cette statistique suit asymptotiquement la distribution chi-deux avec un degré de liberté.

Pour vérifier si un coefficient β_j est différent de zéro, on utilise la statistique

$$\frac{\hat{\beta}_j}{\text{std}(\hat{\beta}_j)}$$

identifiée par statistique t dans les tableaux de résultats. La distribution asymptotique de la statistique t sous l'hypothèse $\beta_j = 0$ est de loi N(0,1). La plupart des variables explicatives définies précédemment, sont de type catégorie à deux ou plusieurs modalités. Pour chaque variable, une modalité a été choisie comme groupe de référence, et les autres modalités de cette variables sont sous forme dichotomique. Ainsi il n'y a pas de coefficients β pour les groupes de référence. Pour une variable donnée, les coefficients associés aux modalités mesurent l'effet de cette modalité sur la variable dépendante relative au groupe de référence. Par exemple, si le coefficient est négatif (positif), le nombre attendu d'accidents annuel de ce groupe est plus petit (plus grand) que celui du groupe de référence. Le facteur est estimé par l'exponentiel du coefficient, toute choses étant égales par ailleurs. Pour les variables explicatives continues ou discrètes, le facteur estimé par l'exponentiel du coefficient correspondant à cette variable mesure l'effet d'une incrémentation d'une unité de la variable sur la moyenne de la variable dépendante.

4. Résultats

4.1. Statistique descriptive

4.1.1. Nombre de véhicules et nombre d'accidents

Au 31 décembre 1996, nous comptons 46 366 transporteurs routiers : 44 273 transporteurs de marchandises et 1 885 transporteurs de personnes par autobus et minibus. Parmi les 44 273 transporteurs de marchandises, 80% sont des transporteurs privés qui font du transport pour leurs besoins propres. Un peu moins du deux tiers des transporteurs de marchandises ne possèdent qu'un seul véhicule. Ces petits transporteurs détiennent environ 30% des 95 468 véhicules éligibles ayant une autorisation de circuler au 31 décembre 1996.

Le Tableau 8 donne le nombre de camions et tracteurs routiers autorisés à circuler au 31 décembre 1996 obtenus de deux sources différentes : la première provient de publications de la SAAQ (1997) et la seconde a été obtenue à partir de notre base de données. Il faut mentionner qu'il est normal que nos statistiques diffèrent de celles provenant des publications de la SAAQ puisque les critères d'extraction sont différents et qu'il y a aussi des différences dans la définition des catégories des véhicules. Ceci étant précisé, on remarque au Tableau 8 que les plus grands écarts se situent au niveau des véhicules pour l'utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis de la C.T.Q. (compr) et pour les véhicules des ambulanciers. Pour ce dernier groupe, notre base de données exclut les véhicules d'urgence (voir définition de véhicule éligible).

Tableau 8
Nombre de camions et tracteurs routiers autorisés à circuler au 31 décembre 1996 obtenu à l'aide des publications de la SAAQ et celui obtenu à partir de notre base de données selon le type d'utilisation du véhicule

Type d'utilisation du véhicule	Nombre de camions et tracteurs routiers autorisés de circuler au 31 décembre 1996	
	Base de données	*Publications SAAQ*
ccomp	357	0
compr	71 502	75 388
tbrgn	12 881	13 154
tbrvr	10 395	10 306
ambul	333	2 455
denei	0	427
autre	0	8
Ensemble	**95 468**	**101 738**

ccomp : Utilisation commerciale avec permis de location à court terme
compr : Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis de C.T.Q.
tbrgn : Transport de biens autre que le «vrac» exigeant un permis de la C.T.Q.
tbrvr : Transport de matières en «vrac» exigeant un permis de la C.T.Q.
ambul : Ambulancier (Publications de la SAAQ comprend également les véhicules d'urgence)
denei :Déneigement

Le Tableau 9 donne le nombre d'autobus et minibus autorisés à circuler au 31 décembre 1996, obtenu à l'aide des publications de la SAAQ et à partir de notre base de données selon le type d'utilisation du véhicule.

Tableau 9
Nombre d'autobus et de minibus autorisés à circuler au 31 décembre 1996 obtenu à l'aide des publications de la SAAQ et celui obtenu à partir de notre base de données selon le type d'utilisation du véhicule

Type d'utilisation du véhicule	Nombre d'autobus et minibus autorisés de circuler au 31 décembre 1996	
	Base de données	*Publications SAAQ*
tprec	9 818	9 867
tpspe	1 489	1 573
tprpe	5 040	5 035
urgen	118	118
Ensemble	**16 465**	**16 593**

tprec : Transport d'écoliers
tpspe : Transport de personnes avec autobus privé
tprpe : Transport de personnes avec autobus public
urgen : Utilisation d'un véhicule d'urgence

Le nombre de camions lourds et de tracteurs routiers impliqués dans des accidents, selon le rapport de police, sur la base de 10 000 camions et tracteurs routiers en circulation en 1996, est de 1 438 selon les Publications de la SAAQ et de 1 238 selon notre base de données. En ce qui concerne les autobus le nombre est de 1 377 autobus accidentés pour 10 000 autobus en circulation en 1996 selon les publications de la SAAQ et de 1 424 pour 10 000 selon notre base de données. Il faut noter que pour les publications de la SAAQ, le type de véhicule accidenté est celui inscrit par le policier sur le rapport de police tandis que pour notre base de données, le type de véhicule accidenté est déterminé à l'aide de la catégorie d'usage.

4.1.2. Kilométrage

La Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) a développé un indicateur d'exposition au risque : le kilométrage moyen annuel des véhicules lourds assujettis au contrôle du transport routier. Cet indicateur est calculé à partir de la lecture de l'odomètre du véhicule inscrit sur le certificat de vérification (Lemire, 1997). La méthode de calcul diffère de celle que nous avons utilisée pour notre étude, tout en utilisant la même source d'information, c'est-à-dire la lecture de l'odomètre. L'étude de Lemire portait sur les années 1992 à 1995. Nous présentons, dans les lignes qui suivent, quelques statistiques sur le kilométrage moyen estimé pour l'année 1996 (365 jours) à partir des 64 413 véhicules de notre base de données.

Le groupe des 54 699 camions et tracteurs routiers enregistre une moyenne de 47 891 kilomètres en 1996, comparativement à 29 195 km pour le groupe des 9 714 autobus. Le pourcentage de véhicules éligibles dont nous avions une lecture de l'odomètre est de 44 % (% véhicule-odomètre) pour les camions et tracteurs routiers et de 51 % pour les autobus (voir Tableau 10).

Tableau 10
Kilométrage moyen estimé pour l'année 1996
selon le type de véhicule

	Camion, tracteur routier	Autobus
Kilométrage moyen	**47 891**	**29 195**
Écart type	61 604	27 986
Nombre de véhicules avec odomètre	54 699	9 714
L'ensemble des véhicules	124 629	19 114
% véhicule-odomètre	44 %	51 %

On note, à la Figure 1, que la médiane du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions est semblable à celle enregistrée pour les autobus, soit de l'ordre de 23 000 km. Cette mesure est deux fois plus petite que le kilométrage moyen pour les camions, mais seulement 22 % moins élevée pour les autobus.

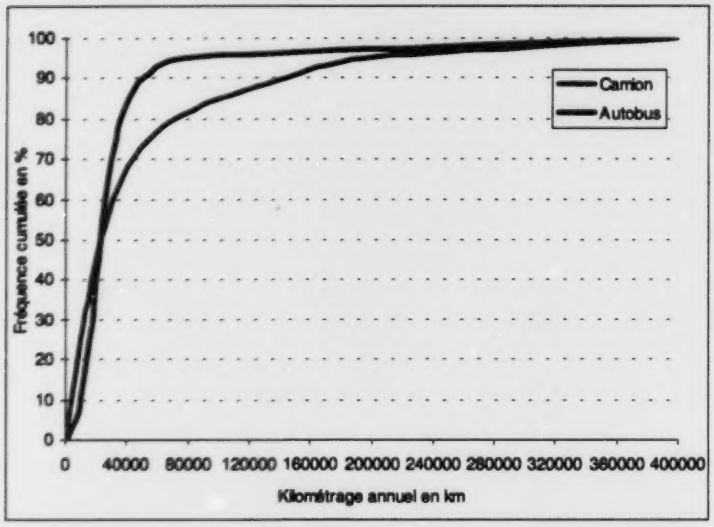

Figure 1
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour
l'année 1996 selon le type du véhicule

Les camions et les tracteurs routiers, dont le secteur d'activité économique du transporteur est le camionnage public général, ont, en moyenne, parcouru 111 031 kilomètres en 1996, soit environ 2 fois plus que le secteur camionnage public en vrac et plus de 3 fois plus que le secteur camionnage pour compte propre (voir Tableau 11).

Tableau 11
Kilométrage moyen pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers, selon le secteur d'activité du transporteur

	Secteur d'activité du transporteur					
	Camionnage public général	Camionnage public en vrac	Camionnage pour compte propre	Entreprise de location à court terme	Transport par autobus	Inconnu
Kilométrage moyen	**111 031**	**62 988**	**32 594**	**64 470**	**28 982**	**46 420**
Écart type	80 825	67 994	45 910	55 106	36 208	56 088
Nombre de véhicules avec odomètre	7 748	5 822	39 264	1 599	149	117
L'ensemble des véhicules	16 656	13 483	90 354	3 342	424	370
% véhicule-odomètre	47 %	43 %	44 %	48 %	35 %	32 %

Un peu moins de la moitié des 7 748 camions et tracteurs routiers, dont le secteur d'activité du transporteur est le camionnage public général, ont parcouru, en 1996, plus de 100 000 km. En ce qui concerne les autres secteurs d'activité des transporteurs, camionnage public en vrac, camionnage pour compte propre, entreprise de location à court terme et transport de personnes par autobus, on retrouve respectivement 20 %, 5 %, 20 %, 5 % des véhicules correspondant qui ont parcouru en 1996 plus de 100 000 km (voir Figure 2).

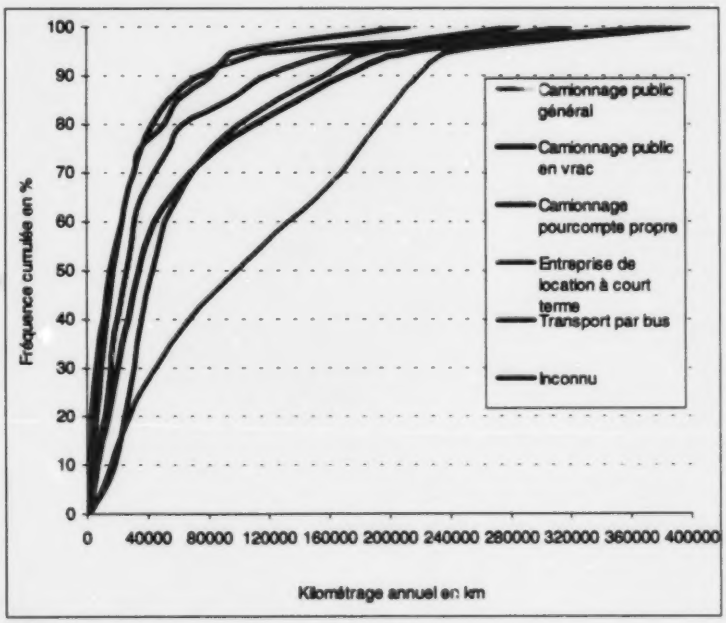

Figure 2
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le secteur d'activité du transporteur

Les autobus, dont le secteur d'activité économique du transporteur est le transport en commun urbain, ont fait, en moyenne, 45 743 kilomètres, comparativement à 42 862 km pour les autobus du secteur transport en commun interurbain, 24 241 km pour les autobus scolaires et 23 797 km pour les autobus du secteur transport de personnes avec autobus privé. Le plus bas pourcentage d'autobus dont nous avions une lecture de l'odomètre est le secteur par transport en commun urbain, soit 24 %. Pour les autres secteurs d'activités du transporteur le pourcentage varie entre 43 et 58 (voir Tableau 12).

Tableau 12
Kilométrage moyen pour l'année 1996 des autobus selon le secteur d'activité du transporteur

	Secteur d'activité du transporteur				
	Transport en commun urbain	Transport en commun interurbain	Transport par autobus scolaire	Transport par autobus privé	Camionnage
Kilométrage moyen	**45 743**	**42 862**	**24 241**	**23 797**	**25 136**
Écart type	31 131	40 433	19 988	30 845	28 580
Nombre de véhicules avec odomètre	656	1 790	6 258	615	296
L'ensemble des véhicules	2 711	3 464	10 747	1 216	688
% véhicule-odomètre	24 %	52 %	58 %	51 %	43 %

On observe, à la Figure 3, que la moitié des 656 autobus dont le secteur d'activité du transporteur est le transport en commun urbain font plus de 33 000 km en 1996. Pour le même pourcentage d'autobus, ces derniers font deux fois plus de kilomètres que pour le secteur de transport par autobus privé et 1,5 fois plus que pour le secteur par autobus scolaire.

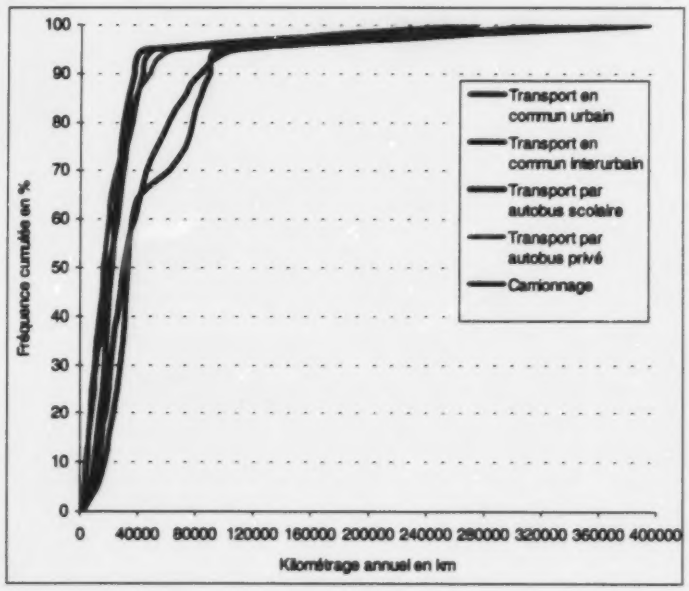

Figure 3
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le secteur d'activité du transporteur

En 1996, les camions et tracteurs routiers pour le transport de biens autre que « vrac » ont effectué 113 536 kilomètres en moyenne, comparativement à 67 705 km pour le transport de matières en « vrac », 33 240 km pour le transport des biens pour compte propre et 37 797 km pour l'utilisation commerciale avec permis de location à court terme (voir Tableau 13).

Tableau 13
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation des camions et tracteurs routiers

	Type d'utilisation du camion et tracteur routier				
	TBRGN	TBRVR	COMPR	CCOMP	Ambulance
Kilométrage moyen	**113 536**	**67 705**	**33 240**	**37 797**	**37 912**
Écart type	80 541	67 470	46 549	20 803	18 034
Nombre de véhicules avec odomètre	7 516	5 706	41 196	106	175
L'ensemble des véhicules	15 933	12 581	95 347	384	384
% véhicule-odomètre	47 %	45 %	43 %	28 %	46 %

TBRGN : Transport de biens autre que le « vrac » exigeant un permis de la C.T.Q. (compte d'autrui)
TBRVR : Transport de matière en « vrac » exigeant un permis de la C.T.Q.
COMPR : Utilisation commerciale incluant le transport de biens sans permis de la C.T.Q. (compte propre)
CCOMP : Utilisation commerciale avec permis de location à court terme.

La moitié des véhicules transportant des biens autres que du « vrac » ont parcouru, en 1996, plus de 103 603 km. Or, seulement 20 % des véhicules transportant des matières en « vrac » ont parcouru plus de 116 715 km (voir Figure 4).

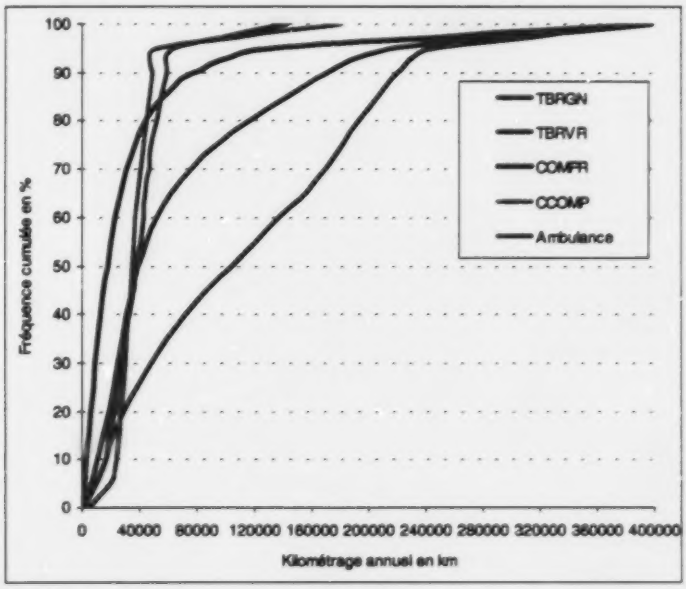

Figure 4
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le type d'utilisation du véhicule

En 1996, les autobus qui font, en moyenne, le plus de kilométrage annuellement sont les autobus pour le transport de personnes avec autobus privé, suivis des autobus pour le transport de personnes avec autobus public (voir Tableau 14).

Tableau 14
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation des autobus

	Type d'utilisation			
	TPREC	TPRPE	TPSPE	Urgence
Kilométrage moyen	**23 134**	**51 404**	**26 511**	**21 698**
Écart type	18 904	40 268	27 583	25 673
Nombre de véhicules avec odomètre	6 675	1 968	994	77
L'ensemble des véhicules	11 036	2 176	5 760	142
% véhicule-odomètre	60 %	90 %	17 %	54 %

TPREC : Transport d'écoliers
TPSPE : Transport de personnes avec autobus privés
TPRPE : Transport de personnes avec autobus public

On note, à la Figure 5, que la distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus pour le transport de personnes avec autobus public se distingue des trois autres distributions cumulatives.

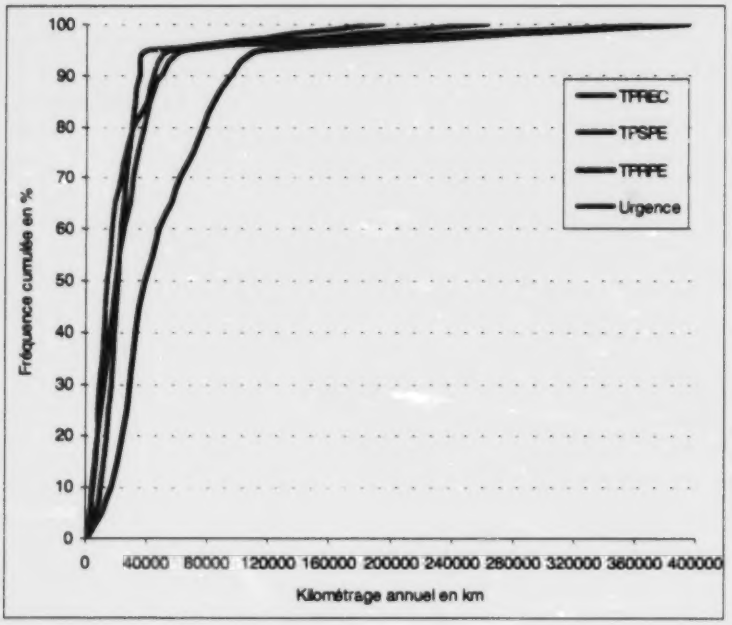

Figure 5
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le type d'utilisation du véhicule

Le kilométrage moyen croît avec le nombre d'essieux : il est à 21 065 kilomètres pour les camions à 2 essieux dont la masse est inférieure à 4 000 kg et à 111 193 kilomètres pour les camions à 6 essieux et plus (voir Tableau 15).

Tableau 15
Kilométrage moyen pour l'année 1996
selon le nombre d'essieux des camions et tracteurs routiers

	Nombre d'essieux du camion et tracteur routier						
	2 3 000- 4 000 kg	2 plus de 4 000 kg	3	4	5	6 et plus	Ne s'applique pas
Kilométrage moyen	**21 065**	**25 172**	**27 840**	**31 807**	**108 072**	**111 193**	**40 163**
Écart type	24 915	33 644	37 175	37 161	89 287	70 659	50 531
Nombre de véhicules avec odomètre	12 326	14 538	9 514	3 278	4 762	9 817	464
L'ensemble des véhicules	26 329	32 808	21 867	6 579	11 224	23 039	2 783
% véhicule-odomètre	47 %	44 %	44 %	50 %	42 %	43 %	17 %

On note, à la Figure 6, que les distributions cumulatives du kilométrage annuel pour l'année 1996, selon le nombre d'essieux du véhicule, se divise en deux groupes, c'est-à-dire les véhicules ayant un maximum de 4 essieux ou moins et les véhicules ayant un maximum de 5 essieux et plus.

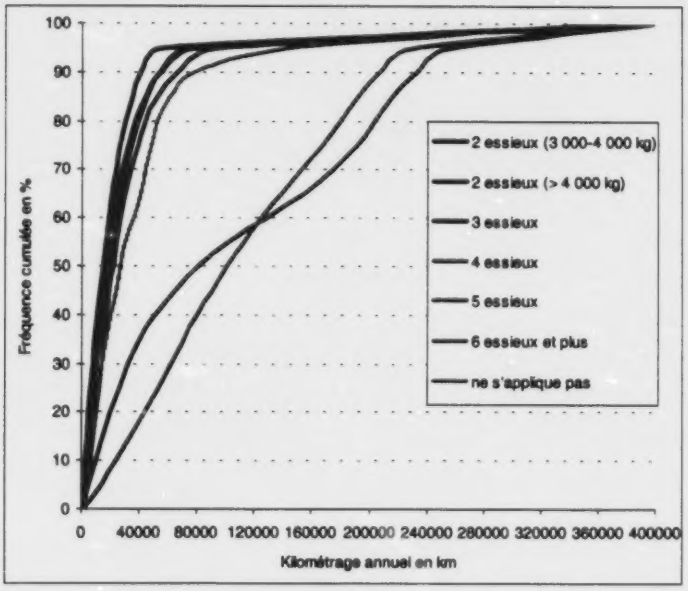

Figure 6
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le nombre d'essieux du véhicule

Pour le transport des matières en « vrac » et pour le compte propre, le kilométrage moyen des camions et tracteurs routiers croît en fonction du nombre d'essieux. Même relation entre le nombre d'essieux et le kilométrage moyen des camions pour le transport des biens autre que « vrac » (compte d'autrui) à l'exception de ceux à 5 essieux qui font en moyenne plus de kilomètres que les camions à 6 essieux et plus (Tableau 16).

Tableau 16
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type d'utilisation et le nombre d'essieux des camions et tracteurs routiers

Nombre d'essieux maximum que le véhicule peut supporter	Type d'utilisation du camion et tracteur routier			
	TBRGN	TBRVR	COMPR	CCOMP
2 essieux				
3 000 – 4 000 kg	30 890	17 351	20 461	35 030
> 4 000 kg	42 329	8 973	24 009	35 520
3 essieux	35 930	31 329	26 403	
4 essieux	49 512	39 617	27 685	
5 essieux	161 146	94 359	77 662	
6 essieux et plus	136 750	104 024	90 115	

TBRGN : Transport de biens autre que le « vrac » exigeant un permis de la C.T.Q. (compte d'autrui).
TBRVR : Transport de matière en « vrac » exigeant un permis de la C.T.Q.
COMPR : Utilisation commerciale incluant le transport de biens sans permis de la C.T.Q. (compte propre).
CCOMP : Utilisation commerciale avec permis de location à court terme.

En 1996, le kilométrage moyen pour les camions et tracteurs routiers ayant 6 ou 7 cylindres est de 65 629, soit 2 fois plus que les camions ayant 5 cylindres et moins et 3 fois plus que les camions ayant 8 ou 10 cylindres et plus (Tableau 17). Cependant, on note, à la Figure 7, que 50 % des camions et tracteurs routiers ayant 6 ou 7 cylindres parcourent annuellement moins de 40 000 km pour l'année 1996.

Tableau 17
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le nombre de cylindres des camions et tracteurs routiers

	Nombre de cylindre du camion et tracteur routier			
	1 à 5	6 à 7	8 ou plus de 10	Inconnu
Kilométrage moyen	**30 158**	**65 629**	**20 254**	**15 853**
Écart type	30 280	69 829	29 963	33 927
Nombre de véhicules avec odomètre	816	33 150	20 611	122
L'ensemble des véhicules	1 841	74 405	48 095	288
% véhicule-odomètre	44 %	45 %	43 %	43 %

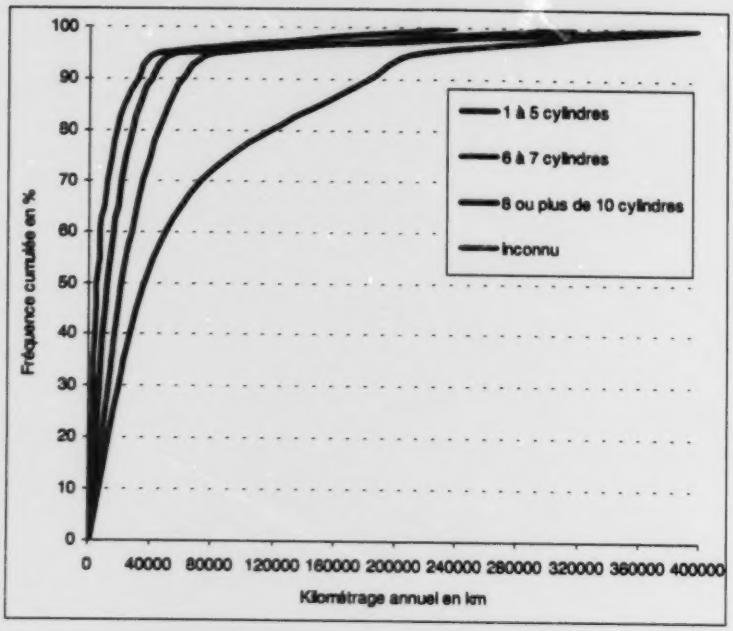

Figure 7
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996
des camions et des tracteurs routiers selon le nombre de cylindres du véhicule

En 1996, le kilométrage moyen pour les autobus ayant 6 ou 7 cylindres est de 36 884, 1,5 fois plus que les autobus ayant 8 ou 10 cylindres et plus (Tableau 18). La moitié des autobus ayant 6 à 7 cylindres ont parcouru, en 1996, plus de 28 000 km, tandis que 50 % des autobus ayant 8 ou plus de 10 cylindres ont parcouru moins de 20 000 km (voir Figure 8).

Tableau 18
Kilométrage moyen pour l'année 1996
selon le nombre de cylindres des autobus

	Nombre de cylindres des autobus			
	1 à 5	6 à 7	8 ou plus de 10	Inconnu
Kilométrage moyen	**25 171**	**36 884**	**24 183**	**24 479**
Écart type	16 812	32 042	23 739	9 784
Nombre de véhicules avec odomètre	11	3 832	5 848	23
L'ensemble des véhicules	62	8 509	10 496	47
% véhicule-odomètre	18 %	45 %	56 %	49 %

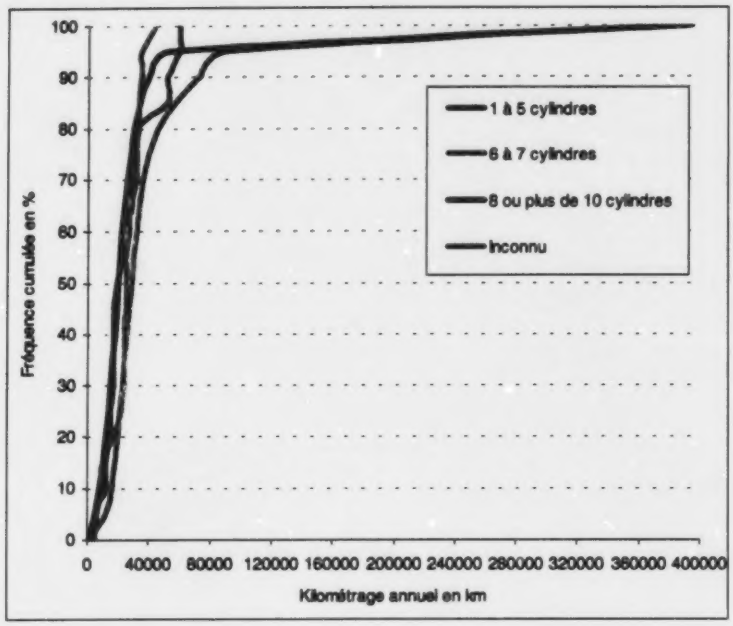

Figure 8
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le nombre de cylindres du véhicule

En 1996, les camions et tracteurs routiers utilisant du diesel font, en moyenne, plus de kilométrage annuellement que ceux utilisant de l'essence (voir Tableau 19 et Figure 9).

Tableau 19
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type de carburant des camions et tracteurs routiers

	Type de carburant		
	Diesel	Essence	Autres
Kilométrage moyen	**55 358**	**16 552**	**21 720**
Écart type	64 576	31 940	25 991
Nombre de véhicules avec odomètre	44 152	10 380	167
L'ensemble des véhicules	98 652	25 347	630
% véhicule-odomètre	45 %	41 %	27 %

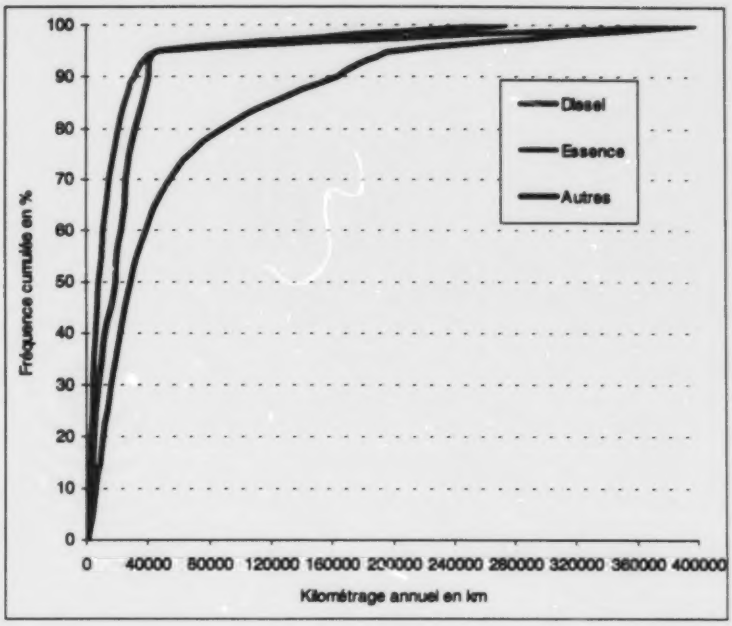

Figure 9
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des camions et des tracteurs routiers selon le type de carburant utilisé

En 1996, les autobus utilisant du diesel font, en moyenne, plus de kilométrage annuellement que ceux utilisant de l'essence (voir Tableau 20). 80 % des autobus utilisant du diesel font moins de 40 000 km, tandis que 20 % des autobus utilisant de l'essence font plus de 30 000 km (voir Figure 10).

Tableau 20
Kilométrage moyen pour l'année 1996 selon le type de carburant des autobus

	Type de carburant		
	Diesel	Essence	Autres
Kilométrage moyen	**32 308**	**22 066**	**21 945**
Écart type	28 334	25 962	23 282
Nombre de véhicules avec odomètre	6 767	2 759	191
L'ensemble des véhicules	13 309	5 131	674
% véhicule-odomètre	51 %	54 %	28 %

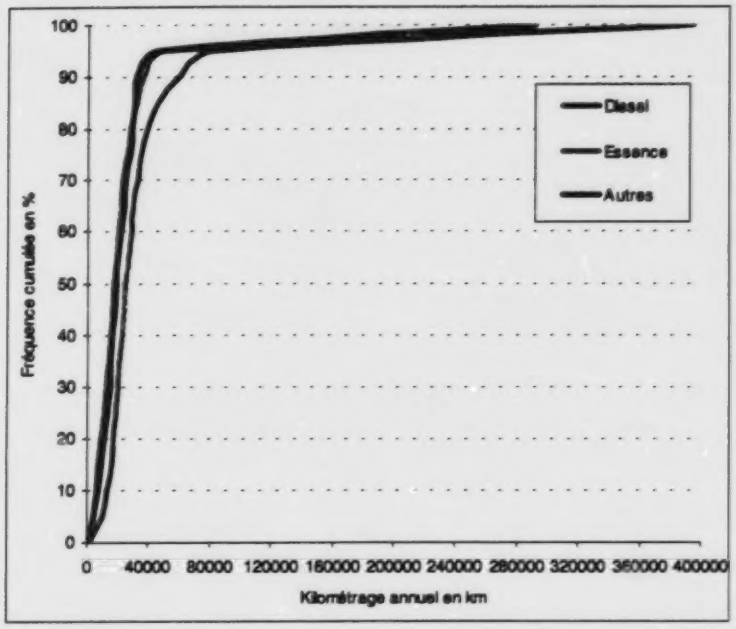

Figure 10
Distribution cumulative du kilométrage annuel pour l'année 1996 des autobus selon le type de carburant utilisé

4.2. Résultats des analyses économétriques

Nous présentons les résultats des analyses économétriques des accidents des entreprises de camionnage pour l'année 1996 en fonction des caractéristiques retenues dans la période courante et des différentes infractions commises en 1995 et condamnées par la suite, c'est-à-dire en 1995 ou après 1995. L'unité d'observation retenue pour ces analyses est un véhicule routier. La variable dépendante ou expliquée est le nombre d'accidents annuel d'un véhicule en 1996. Nous voulons vérifier si ce nombre est influencé par différentes caractéristiques du véhicule et du transporteur qui l'utilise durant la période considérée. En particulier, nous voulons vérifier si le nombre d'infractions véhicules et transporteurs commises en 1995 et condamnées par la suite sont significatives pour expliquer les accidents des véhicules. Les camions ont été analysés séparément des autobus. Les secteurs d'activité des transporteurs, les tailles des flottes et différentes caractéristiques des véhicules ont été pris en compte.

Les statistiques descriptives des données utilisées pour les régressions concernant les camions sont présentées dans les tableaux 22 et 23. Le Tableau 21 traite de tous les accidents, alors que le Tableau 22 est limité aux accidents avec blessés et morts. Deux échantillons sont présentés au Tableau 22 pour les camions. Le premier contient 124 629 observations dont la moyenne d'accidents est de 14,7 %, soit toutes les observations disponibles et validées pour cette étude. Le second, de 54 699 observations dont la moyenne d'accidents est de 13,5 %, comprend tous les véhicules pour lesquels nous avons pu construire la variable kilométrage moyen parcouru en

1996. Deux remarques doivent être apportées ici. On observe que le nombre de véhicules avec kilométrage est beaucoup plus faible, ce qui peut affecter la fiabilité statistique des résultats. De plus, l'échantillon des véhicules avec kilométrage n'est pas nécessairement aléatoire, car les vérifications mécaniques peuvent être fonction de plusieurs facteurs dont le nombre de jours actifs durant la période retenue de l'étude et la taille de la flotte; il faudra donc être prudent dans l'interprétation des résultats.

Le Tableau 21 donne les nombres de chaque variable retenue pour l'analyse et les taux moyens d'accidents correspondants. Les variations relatives des taux sont essentiellement les mêmes entre les deux échantillons. Notre interprétation du tableau sera donc limitée aux données sur l'ensemble des véhicules et sur la variable kilométrage. Par contre, les résultats économétriques pourront varier entre les deux populations. La pertinence des résultats pour la SAAQ sera fonction du fait qu'elle prévoit utiliser ou non le kilométrage pour tarifer les flottes.

Il est important de souligner que les taux d'accidents sont annuels pour tous les véhicules. En effet, le nombre de jours de validité de l'autorisation de circuler a été utilisé pour transformer les taux observés en taux annuels. De la même façon, les accidents dans les différentes régressions sont sur base annuelle.

On remarque que les taux d'accidents varient beaucoup d'un secteur d'activité à un autre. C'est le secteur Camionnage pour compte propre qui a le taux le plus bas. La taille de la flotte influence également les nombres moyens d'accident, les plus petites flottes ayant des taux par véhicule plus faibles. Il sera intéressant de vérifier si ces variables prendront en compte l'exposition au risque des véhicules.

Les infractions transporteur ne sont pas nombreuses. Par contre, nous observons une tendance positive entre les infractions accumulées et les taux d'accidents. La relation est plus accentuée pour les infractions CSU accumulées par les conducteurs des véhicules. En particulier, nous remarquons que les taux d'accident avec aucune infraction sont essentiellement identiques d'un type d'infraction à un autre et que les effets des infractions sont marginalement comparables, sauf pour l'omission de porter la ceinture qui est plus faible.

Le kilométrage moyen a l'effet positif anticipé sur les accidents, mais il est intéressant de remarquer qu'il faut accumuler plus de 50 000 kilomètres pour obtenir un taux moyen d'accidents supérieur à 0,20 alors que, pour beaucoup d'infractions, une infraction est suffisante pour atteindre le même niveau.

Des variables de contrôle sur les véhicules ont également été introduites comme la masse, le nombre de cylindres, le nombre d'essieux et le type de carburant. Le type d'utilisation des véhicules a été considéré. Si on exclut la catégorie ambulancier, c'est le transport de biens autre que le vrac qui a le taux d'accidents le plus élevé. Finalement, nous remarquons que les taux d'accidents ne varient pas beaucoup entre les deux groupes du Tableau 21. Mais la taille plus faible de l'échantillon réduit à zéro les nombres d'infractions accumulées qui dépassent certain seuils.

Le Tableau 23 présente les résultats de la régression pour l'ensemble des véhicules, alors que le Tableau 25 présente ceux pour les véhicules avec de l'information sur l'exposition au risque. Le

Tableau 24 donne des résultats intermédiaires dans le passage du Tableau 23 au Tableau 25. Il donne l'effet marginal de la réduction de l'échantillon de 124 624 à 54 699 observations, sans ajouter les variables de kilométrage. Commençons par les résultats du Tableau 23. Nous ne considérons que les coefficients significatifs à au moins un seuil de 5 % comme différents de zéro (P inférieur ou égal à 0,05). La dernière colonne donne le risque relatif par rapport à la catégorie de référence. Un risque relatif supérieur à un indique que la catégorie analysée est plus risquée que celle de référence. Un risque relatif d'une variable significativement différente de zéro et ayant une valeur de 1,25 indique que le fait d'appartenir à cette catégorie augmente le risque d'accident de 25 %.

Les premiers résultats montrent que les véhicules des transporteurs ayant plus d'expérience ont moins d'accidents. De plus, ceux qui ont fusionné durant l'année 1996 ont un risque d'accidents plus élevé de 31 %. On remarque que seulement deux secteurs d'activité ont des taux d'accidents plus élevés que celui du secteur Camionnage public en vrac : le Camionnage public général avec un risque relatif de 1,16 et les Entreprises de location à court terme, avec un risque relatif de 1,32. Mais les résultats du Tableau 25 indiquent que ces deux catégories ne sont plus significatives lorsque nous contrôlons pour le kilométrage. Les résultats indiquent également que les véhicules des plus grandes flottes (3 années-véhicules et plus) ont plus d'accidents que ceux de la catégorie 1 année-véhicule, un résultat qui demeure stable même lorsque nous contrôlons pour l'exposition au risque.

La variable nombre de jours en 1995 a été introduite pour pondérer les infractions de 1995, mais elle peut également tenir compte de l'expérience du transporteur.

Certaines infractions de type transporteur ont des coefficients positifs significativement différents de zéro dans le Tableau 23. En particulier, les infractions pour surcharge et pour non respect de la vérification mécanique sont significatives avec des risques relatifs de 1,13 et 1,25 respectivement. On remarque également une tendance importante pour l'arrimage inadéquat, mais le coefficient est significativement différent de zéro à 6 %, ce qui peut ne pas être suffisant pour justifier une intervention. Le Tableau 26 présente une analyse de stabilité des résultats obtenus. La première colonne reprend les résultats statistique du Tableau 23 pour les infractions, la seconde colonne donne les résultats pour les véhicules ayant de l'information sur le kilométrage et les autres colonnes donnent des résultats de six échantillons aléatoires de 54 715 véhicules tirés de la population des 124 624 véhicules. On remarque que les résultats pour les deux infractions surcharge et le non respect de la vérification mécanique sont stables à quelques exceptions près. Par contre, les résultats confirment notre prudence pour l'arrimage inadéquat. Mais ces résultats peuvent être expliqués en grande partie parce très peu d'infractions sont données aux transporteurs (ou sont condamnées).

Abordons maintenant les infractions CSU. Toutes celles étudiées ont des coefficients positifs statistiquement différents de zéro à 5 %, ce qui indique que ceux qui ont plus d'infractions accumulées en 1995 représentent des risques d'accidents plus élevés en 1996. De plus, l'analyse de stabilité (Tableau 26) confirme la robustesse des résultats à l'exception de l'infraction pour conduite durant sanction qui, de toute façon, est significative à un degré de signification limite de 4,7 % avec les données de la population des camions (Tableau 23). On remarque également que les risques relatifs varient beaucoup d'une infraction à l'autre. Comme déjà démontré par Boyer, Dionne et Vanasse (1988), pour les infractions des conducteurs de la classe 5, ce sont les

infractions de non arrêt à un feu rouge et à un panneau d'arrêt ou à des signaux d'agents qui représentent les risques relatifs les plus élevés. Mais les risques relatifs de toutes les infractions sont suffisamment élevés pour que celles-ci puissent être considérées à des fins de tarification. Nous aborderons les problèmes de tarification des flottes dans la section 5 du rapport.

La masse du véhicule, le type d'utilisation, le carburant utilisé, le nombre de cylindres et le nombre d'essieux permettent de tenir compte explicitement des différences entre les véhicules et de contrôler pour l'exposition au risque. Plusieurs de ces variables sont significatives mais peu d'entre elles deviennent non significatives lorsque le kilométrage est ajouté, tel qu'indiqué au Tableau 25. Elles mesurent donc d'autres effets que l'exposition au risque.

Abordons maintenant les résultats des estimations pour les accidents avec blessés et morts et impliquant des camions. Le nombre de blessés et de morts analysé est le nombre total d'un accident dans lequel un camion a été impliqué, et non pas uniquement le nombre total de blessés et de morts dans le camion. Les statistiques des deux échantillons sont données au Tableau 22. On observe que les infractions CSU pour excès de vitesse et pour omission de porter la ceinture ont des effets relativement importants sur les accidents avec blessés et mort, une relation bien connue dans la littérature et dans la pratique. Nous devons maintenant vérifier si cette relation est robuste à l'introduction de variables de contrôle dans une analyse multivariée.

On remarque au Tableau 27 que, pour les infractions transporteurs, seule l'infraction pour transport de matières dangereuses est significative, mais elle n'est plus significative lorsque nous contrôlons pour l'exposition au risque (Tableau 29). Si, maintenant, nous abordons les infractions des conducteurs (CSU), nous observons que les infractions pour excès de vitesse et omission de porter la ceinture sont significatives. Ces résultats demeurent stables lorsque l'exposition au risque est prise en compte par le kilométrage tel qu'indiqué au Tableau 29. Le Tableau 30 présente une analyse de la stabilité des résultats. On remarque que les coefficients des deux infractions «excès de vitesse» et «omission de porter la ceinture» sont stables, à quelques exceptions près.

Abordons maintenant le transport des individus par autobus. Le Tableau 31 indique que nous avons eu accès à 19 114 véhicules dont la moyenne d'accidents est de 15,2 %. C'est le secteur Transport en commun urbain qui semble être le secteur d'activité le plus à risque, suivi du secteur Transport en commun interurbain. Le secteur le moins risqué est celui du Transport par autobus scolaire. Nous pouvons remarquer que ces transporteurs ont très peu d'infractions de type transporteur: 39 infractions transporteur en 1995 pour l'ensemble des 19 114 véhicules sur la route, ce qui nous a obligés à considérer toutes les infractions de façon agrégée. De plus, seule l'infraction CSU pour conduite avec excès de vitesse a plus de 100 inscriptions.

Les résultats économétriques présentés au Tableau 32 confirment certaines constatations mentionnées plus haut. Par contre, seul le secteur d'activité de Transport par autobus scolaire a des véhicules moins risqués que ceux du secteur Transport de personnes avec autobus privé. Les autres secteurs ne sont pas différents statistiquement, ce qui implique qu'ils représentent tous des risques équivalents au secteur Transport de personnes par autobus privé. La taille des flottes est significative dans le Tableau 32, mais ne l'est plus lorsque nous contrôlons pour l'exposition au risque (Tableau 34). Le nombre d'infractions transporteurs n'est pas significatif.

Le type d'utilisation du véhicule est un facteur important pour expliquer les accidents. Nous avons choisi d'utiliser le transport de personnes avec autobus privé comme utilisation de référence. Nous observons, au Tableau 32, que le transport d'écoliers est moins risqué, alors que le transport avec autobus public est beaucoup plus risqué (risque relatif de 1,45) lorsque nous ne contrôlons pas pour l'exposition au risque. Ces deux effets disparaissent avec la prise en compte explicite des kilomètres parcourus (Tableau 34). Seule l'infraction CSU pour panneau d'arrêt est significative pour expliquer les accidents totaux impliquant un autobus. C'est une infraction qui augmente le risque de 81 % lorsque nous tenons compte des kilomètres (Tableau 34). Par contre, il faut rappeler que très peu d'infractions de cette nature ont été données en 1995 et/ou condamnées par la suite, soit 93 pour toute l'industrie du transport des personnes par autobus.

Maintenant, si nous abordons les accidents avec blessés impliquant des autobus, nous n'obtenons pas de facteurs significatifs pour expliquer ces accidents lorsque nous tenons compte du kilométrage (Tableau 38). Ce résultat peut être expliqué par le faible nombre d'observations que nous avions pour effectuer nos calculs soit 9 603 véhicules. Par contre, l'infraction CSU excès de vitesse est significative à 3,5 % pour expliquer les accidents avec blessés sans contrôle pour l'exposition au risque.

Tableau 21
Taux moyens d'accidents des camions de 3 000 kg et plus, pour l'année 1996, au Québec

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	8 826	0,153	2 036	0,162
Non	115 803	0,147	52 663	0,134
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	9 022	0,150	2 093	0,176
Non	115 607	0,147	52 606	0,134
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	1 692	0,276	434	0,399
Non	122 937	0,145	54 265	0,133
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	370	0,125	117	0,199
Transport par autobus	424	0,068	149	0,053
Camionnage public général	16 656	0,205	7 748	0,189
Camionnage public en vrac	13 483	0,173	5 822	0,146
Camionnage pour compte propre	90 354	0,131	39 264	0,121
Entreprise de location à court terme	3 342	0,212	1 599	0,194
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	7 322	0,142	1 294	0,187
1 année-véhicule	35 615	0,119	15 974	0,097
2 années-véhicules	14 148	0,118	6 320	0,109
3 années-véhicules	8 628	0,130	4 004	0,120
4 à 5 années-véhicules	10 449	0,153	4 791	0,132
6 à 9 années-véhicules	9 992	0,167	4 591	0,160
10 à 20 années-véhicules	11 501	0,184	5 395	0,170
21 à 50 années-véhicules	9 776	0,193	4 597	0,179
51 à 150 années-véhicules	8 610	0,207	4 032	0,201
151 à 400 années-véhicules	5 180	0,147	2 398	0,131
Plus de 400 années-véhicules	3 408	0,140	1 303	0,162
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge				
0	120 044	0,143	52 458	0,132
1	3 725	0,225	1 841	0,205
2	629	0,143	290	0,214
3	159	0,216	75	0,160
4	48	0,279	24	0,294
5	16	1,414	8	0,000
6	5	0,000	3	0,000
7	3	0,667	0	0,000

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Pour dimension excédentaire				
0	124 463	0,147	54 612	0,135
1	161	0,112	84	0,119
2	5	0,692	3	0,000
Pour arrimage inadéquat				
0	124 188	0,147	54 483	0,135
1	426	0,237	206	0,227
2	14	0,214	9	0,222
3	1	1,000	1	1,000
Pour transport de matières dangereuses				
0	124 442	0,147	54 596	0,135
1	159	0,164	88	0,125
2	25	0,141	13	0,077
3	3	0,000	2	0,000
Pour non respect des heures de conduite				
0	124 508	0,147	54 633	0,135
1	112	0,319	60	0,202
2	9	0,222	6	0,167
Pour non respect de la vérification mécanique				
0	123 926	0,146	54 392	0,135
1	668	0,278	299	0,196
2	28	0,118	8	0,125
3	6	0,356	0	0,000
4	1	0,000	0	0,000
Pour autres raisons				
0	124 522	0,147	54 656	0,135
1	105	0,244	43	0,145
2	2	0,000	0	0,000
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	13 042	0,098	6 318	0,093
3 401 à 3 870 kg	12 440	0,111	5 485	0,102
3 871 à 5 030 kg	11 947	0,100	5 234	0,095
5 031 à 6 220 kg	12 167	0,133	5 208	0,117
6 221 à 7 040 kg	12 622	0,169	5 506	0,153
7 041 à 7 620 kg	12 750	0,163	5 378	0,148
7 621 à 8 140 kg	12 920	0,197	5 339	0,170
8 141 à 8 850 kg	12 583	0,182	5 198	0,165
8 851 à 10 620 kg	12 386	0,160	5 416	0,162
Plus de 10 620 kg	11 772	0,156	5 617	0,153
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	384	0,400	175	0,327
Utilisation commerciale avec permis de court terme	384	0,065	106	0,066
Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis C.T.Q.	95 347	0,132	41 196	0,123
Transport de biens autre que « vrac »	15 933	0,204	7 516	0,181
Transport de matières en « vrac »	12 581	0,182	5 706	0,156

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Type de carburant				
Diesel	98 652	0,167	44 152	0,149
Essence	25 347	0,072	10 380	0,075
Autres	630	0,122	167	0,129
Nombre de cylindres				
Inconnu	288	0,049	122	0,049
1 à 5 cylindres	1 841	0,125	816	0,114
6 à 7 cylindres	74 405	0,182	33 150	0,164
8 ou plus de 10 cylindres	48 095	0,095	20 611	0,090
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	2 783	0,528	464	0,274
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	26 329	0,096	12 326	0,092
Plus de 4 000 kg	32 808	0,114	14 538	0,117
3 essieux	21 867	0,132	9 514	0,130
4 essieux	6 579	0,140	3 278	0,140
5 essieux	11 224	0,141	4 762	0,137
6 essieux ou plus	23 039	0,227	9 817	0,212
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse				
0	118 284	0,141	51 451	0,131
1	5 477	0,226	2 836	0,195
2	706	0,369	344	0,302
3	130	0,788	57	0,281
4	23	0,835	8	0,751
5	8	0,375	2	0,000
7	1	3,000	1	3,000
Pour conduite durant sanction				
0	124 099	0,147	54 479	0,135
1	478	0,212	207	0,224
2	42	0,195	11	0,364
3	9	0,111	2	0,500
5	1	0,000	0	0,000
Pour omission de se conformer à un feu rouge				
0	123 276	0,146	54 019	0,134
1	1 319	0,273	666	0,230
2	33	0,286	14	0,357
3	1	0,000	0	0,000
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent				
0	123 357	0,146	54 037	0,134
1	1 235	0,243	639	0,207
2	37	0,464	23	0,174

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Pour omission de porter la ceinture				
0	123 363	0,147	54 038	0,134
1	1 170	0,176	611	0,203
2	94	0,274	49	0,436
3	1	0,000	1	0,000
5	1	0,000	0	0,000
Autres infractions				
0	124 178	0,147	54 472	0,135
1	445	0,299	224	0,254
2	5	0,200	2	0,000
3	1	2,000	1	2,000
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 5 000 km			8 638	0,062
5 000 à 10 000 km exclusivement			7 728	0,093
10 000 à 15 000 km exclusivement			5 717	0,104
15 000 à 20 000 km exclusivement			4 784	0,124
20 000 à 30 000 km exclusivement			6 984	0,142
30 000 à 50 000 km exclusivement			7 548	0,168
50 000 à 100 000 km exclusivement			6 259	0,226
100 000 km et plus			7 041	0,181
L'ensemble des camions	124 629	0,147	54 699	0,135

Tableau 22
Taux moyens d'accidents avec blessés et morts
impliquant un camion de 3 000 kg et plus, pour l'année 1996, au Québec

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	8 826	0,020	2 036	0,024
Non	115 803	0,021	52 663	0,015
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	9 022	0,014	2 093	0,015
Non	115 607	0,022	52 606	0,015
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	1 692	0,021	434	0,041
Non	122 937	0,021	54 265	0,015
Secteur d'activité en 1996				
Transport par autobus et inconnu	551	0,006	157	0,007
Camionnage public général	16 656	0,032	7 748	0,023
Camionnage public en vrac	13 483	0,037	5 822	0,022
Camionnage pour compte propre	90 354	0,017	39 264	0,013
Entreprise de location à court terme	3 342	0,020	1 599	0,019
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	7 322	0,013	1 294	0,012
1 année-véhicule	35 615	0,017	15 974	0,011
2 années-véhicules	14 148	0,015	6 320	0,014
3 années-véhicules	8 628	0,019	4 004	0,014
4 à 5 années-véhicules	10 449	0,024	4 791	0,015
6 à 9 années-véhicules	9 992	0,019	4 591	0,016
10 à 20 années-véhicules	11 501	0,028	5 395	0,020
21 à 50 années-véhicules	9 776	0,036	4 597	0,021
51 à 150 années-véhicules	8 610	0,032	4 032	0,021
151 à 400 années-véhicules	5 180	0,018	2 398	0,015
Plus de 400 années-véhicules	3 408	0,018	1 303	0,020
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge				
0	120 044	0,020	52 458	0,015
1	3 725	0,038	1 841	0,026
2	629	0,094	290	0,029
3	159	0,020	75	0,013
4	48	0,084	24	0,169
5	16	1,267	8	0,000
6	5	0,000	3	0,000
7	3	0,333	0	0,000

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Pour dimension excédentaire				
0	124 463	0,021	54 612	0,015
1	161	0,012	84	0,024
2	5	0,000	3	0,000
Pour arrimage inadéquat				
0	124 188	0,021	54 483	0,015
1	426	0,029	206	0,034
2	14	0,000	9	0,000
3	1	0,000	1	0,000
Pour transport de matières dangereuses				
0	124 442	0,021	54 596	0,015
1	159	0,019	88	0,023
2	25	0,141	13	0,077
3	3	0,000	2	0,000
Pour non respect des heures de conduite				
0	124 508	0,021	54 633	0,015
1	112	0,066	60	0,050
2	9	0,111	6	0,167
Pour non respect de la vérification mécanique				
0	123 926	0,021	54 392	0,015
1	668	0,013	299	0,017
2	28	0,118	8	0,125
3	6	0,000	0	0,000
4	1	0,000	0	0,000
Pour autres raisons				
0	124 522	0,021	54 656	0,015
1	105	0,092	43	0,023
2	2	0,000	0	0,000
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	13 042	0,014	6 318	0,010
3 401 à 3 870 kg	12 440	0,013	5 485	0,008
3 871 à 5 030 kg	11 947	0,015	5 234	0,013
5 031 à 6 220 kg	12 167	0,017	5 208	0,011
6 221 à 7 040 kg	12 622	0,029	5 506	0,019
7 041 à 7 620 kg	12 750	0,029	5 378	0,018
7 621 à 8 140 kg	12 920	0,026	5 339	0,021
8 141 à 8 850 kg	12 853	0,029	5 198	0,023
8 851 à 10 620 kg	12 386	0,024	5 416	0,017
Plus de 10 620 kg	11 772	0,017	5 617	0,015
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	384	0,056	175	0,030
Utilisation commerciale avec permis de court terme ou sans permis de C.T.Q.	95 731	0,017	41 302	0,013
Transport de biens autre que « vrac »	15 933	0,032	7 516	0,023
Transport de matières en « vrac »	12 581	0,037	5 706	0,022

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Type de carburant				
Diesel	98 652	0,024	44 152	0,017
Essence	25 347	0,011	10 380	0,009
Autres	630	0,008	167	0,006
Nombre de cylindres				
1 à 5 cylindres et inconnu	2 129	0,023	938	0,010
6 à 7 cylindres	74 405	0,026	33 150	0,019
8 ou plus de 10 cylindres	48 095	0,013	20 611	0,010
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	2 783	0,244	464	0,066
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	26 329	0,009	12 326	0,009
Plus de 4 000 kg	32 808	0,012	14 538	0,014
3 essieux	21 867	0,015	9 514	0,014
4 essieux	6 579	0,015	3 278	0,012
5 essieux	11 224	0,013	4 762	0,015
6 essieux ou plus	23 039	0,032	9 817	0,026
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse				
0	118 284	0,020	51 451	0,015
1	5 477	0,038	2 836	0,023
2	706	0,071	344	0,028
3	130	0,135	57	0,053
4	23	0,087	8	0,125
5	8	0,125	2	0,000
7	1	0,000	1	0,000
Pour conduite durant sanction				
0	124 099	0,021	54 479	0,015
1	478	0,044	207	0,017
2	42	0,028	11	0,000
3	9	0,000	2	0,000
5	1	0,000		
Pour omission de se conformer à un feu rouge				
0	123 276	0,021	54 019	0,015
1	1 319	0,029	666	0,028
2	33	0,000	14	0,000
3	1	0,000	0	0,000
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent				
0	123 357	0,021	54 037	0,015
1	1 235	0,044	639	0,019
2	37	0,000	23	0,000

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Pour omission de porter la ceinture				
0	123 363	0,021	54 038	0,015
1	1 170	0,034	611	0,036
2	94	0,054	49	0,104
3	1	0,000	1	0,000
5	1	0,000	0	0,000
Autres infractions				
0	124 178	0,021	54 472	0,015
1	445	0,034	224	0,040
2	5	0,000	2	0,000
3	1	1,000	1	1,000
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 5 000 km			8 638	0,008
5 000 à 10 000 km exclusivement			7 728	0,010
10 000 à 15 000 km exclusivement			5 717	0,010
15 000 à 20 000 km exclusivement			4 784	0,013
20 000 à 30 000 km exclusivement			6 984	0,014
30 000 à 50 000 km exclusivement			7 548	0,018
50 000 à 100 000 km exclusivement			6 259	0,026
100 000 km et plus			7 041	0,024
L'ensemble des camions	124 629	0,021	54 699	0,015

Tableau 23
Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative pour l'année 1996, au Québec (124 629 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,7100	-27,847	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0294	-7,060	< ,000	0,9710
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0266	-0,511	,609	0,9738
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0267	-0,464	,643	0,9736
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,2740	2,993	,003	1,3152
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	-0,3485	-1,754	,079	0,7058
Transport par autobus	-0,5995	-2,707	,007	0,5491
Camionnage public général	0,1561	2,265	,024	1,1689
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,0028	-0,051	,960	0,9972
Entreprise de location à court terme	0,2807	3,734	< ,000	1,3240
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	0,1705	2,321	,020	1,1859
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0502	1,453	,146	1,0515
3 années-véhicules	0,1152	2,799	,005	1,1221
4 à 5 années-véhicules	0,2703	7,342	< ,000	1,3104
6 à 9 années-véhicules	0,3227	8,752	< ,000	1,3809
10 à 20 années-véhicules	0,3801	10,968	< ,000	1,4625
21 à 50 années-véhicules	0,3975	10,666	< ,000	1,4881
51 à 150 années-véhicules	0,4572	11,762	< ,000	1,5796
151 à 400 années-véhicules	0,1653	3,225	,001	1,1797
Plus de 400 années-véhicules	0,5308	8,921	< ,000	1,7003
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0006	-8,405	< ,000	0,9994

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,1262	4,649	< ,000	1,1345
Pour dimension excédentaire	-0,0275	-0,125	,900	0,9729
Pour arrimage inadéquat	0,2089	1,879	,060	1,2323
Pour transport de matières dangereuses	-0,0448	-0,244	,807	0,9562
Pour non respect des heures de conduite	-0,0251	-0,122	,903	0,9752
Pour non respect de la vérification mécanique	0,2289	2,477	,013	1,2572
Pour autres raisons	0,1437	0,548	,583	1,1546
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,1383	-1,002	,316	0,8709
3 401 à 3 870 kg	-0,1229	-0,918	,359	0,8843
3 871 à 5 030 kg	-0,2039	-3,362	,001	0,8156
5 031 à 6 220 kg	-0,1869	-3,835	< ,000	0,8295
6 221 à 7 040 kg	-0,0941	-2,197	,028	0,9102
7 041 à 7 620 kg	-0,2067	-4,783	< ,000	0,8132
7 621 à 8 140 kg	-0,0991	-2,337	,019	0,9056
8 141 à 8 850 kg	-0,1214	-2,880	,004	0,8857
8 851 à 10 620 kg	-0,0907	-2,243	,025	0,9133
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	0,1984	1,226	,220	1,2195
Utilisation commerciale avec permis de court terme	-1,5123	-5,698	< ,000	0,2204
Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis C.T.Q.	-0,0738	-1,264	,206	0,9289
Transport de biens autre que « vrac »	-0,1190	-1,633	,102	0,8878
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,4862	-14,749	< ,000	0,6149
Autres	-0,4154	-2,523	,012	0,6601
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,3791	-1,328	,184	0,6845
1 à 5 cylindres	0,1764	2,149	,032	1,1929
6 à 7 cylindres	0,3381	11,544	< ,000	1,4022
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	0,5973	7,887	< ,000	1,8173
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,1957	-1,489	,137	0,8223
Plus de 4 000 kg	-0,2680	-7,693	< ,000	0,7649
3 essieux	-0,2809	-8,591	< ,000	0,7551
4 essieux	-0,3181	-6,705	< ,000	0,7275
5 essieux	-0,3102	-8,665	< ,000	0,7333
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,3049	12,464	<, 000	1,3565
Pour conduite durant sanction	0,2049	1,986	,047	1,2275
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,4723	7,470	< ,000	1,6038
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,3750	5,335	< ,000	1,4550
Pour omission de porter la ceinture	0,2912	4,288	< ,000	1,3381
Autres infractions	0,3805	3,550	< ,000	1,4630
Paramètre de la loi binomiale négative	0,9649	19,438	< ,000	
Log de la vraisemblance	-42 324,235			
Test d'ajustement du χ^2	7,424			
Nombre de véhicules	124 629			

Le risque relatif des catégories de références est par définition égale à 1,0000.

Tableau 24
Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,8231	-17,325	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0289	-4,320	< ,000	0,9715
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0994	1,006	,314	1,1045
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,2459	-1,879	,060	0,7820
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,9246	5,196	< ,000	2,5208
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	-0,0999	-0,295	,768	0,9049
Transport par autobus	-0,8038	-2,011	,044	0,4476
Camionnage public général	0,2490	2,387	,017	1,2827
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,0016	-0,017	,987	0,9984
Entreprise de location à court terme	0,2411	1,988	,047	1,2727
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	0,3684	2,227	,026	1,4454
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0992	1,891	,059	1,1043
3 années-véhicules	0,1609	2,736	,006	1,1746
4 à 5 années-véhicules	0,2550	4,692	< ,000	1,2905
6 à 9 années-véhicules	0,4256	8,098	< ,000	1,5305
10 à 20 années-véhicules	0,4457	8,858	< ,000	1,5616
21 à 50 années-véhicules	0,4311	8,014	< ,000	1,5390
51 à 150 années-véhicules	0,5346	9,626	< ,000	1,7068
151 à 400 années-véhicules	0,2087	2,873	,004	1,2321
Plus de 400 années-véhicules	0,5619	6,309	< ,000	1,7540
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0004	-3,277	,001	0,9996

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,0599	1,466	,143	1,0617
Pour dimension excédentaire	-0,1632	-0,512	,609	0,8494
Pour arrimage inadéquat	0,2002	1,330	,183	1,2217
Pour transport de matières dangereuses	-0,3223	-1,118	,264	0,7245
Pour non respect des heures de conduite	-0,0280	-0,105	,916	0,9724
Pour non respect de la vérification mécanique	0,2717	1,936	,053	1,3122
Pour autres raisons	-0,1813	-0,408	,683	0,8342
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,0460	-0,348	,728	0,9551
3 401 à 3 870 kg	-0,0878	-0,690	,490	0,9160
3 871 à 5 030 kg	-0,2360	-3,049	,002	0,7898
5 031 à 6 220 kg	-0,1841	-2,784	,005	0,8319
6 221 à 7 040 kg	-0,0851	-1,384	,166	0,9184
7 041 à 7 620 kg	-0,2256	-3,552	< ,000	0,7980
7 621 à 8 140 kg	-0,1308	-2,105	,035	0,8774
8 141 à 8 850 kg	-0,1090	-1,755	,079	0,8967
8 851 à 10 620 kg	-0,0140	-0,237	,812	0,9861
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	0,1830	0,690	,490	1,2008
Utilisation commerciale avec permis de court terme	-1,0564	-2,544	,011	0,3477
Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis C.T.Q.	-0,0280	-0,297	,766	0,9723
Transport de biens autre que « vrac »	-0,2026	-1,988	,047	0,8166
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,3437	-7,501	< ,000	0,7091
Autres	-0,1780	-0,632	,528	0,8370
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,3908	-0,917	,359	0,6765
1 à 5 cylindres	0,2709	2,313	,021	1,3112
6 à 7 cylindres	0,2909	6,495	< ,000	1,3376
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	0,5876	3,240	,001	1,7996
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,3490	-2,890	,004	0,7054
Plus de 4 000 kg	-0,2908	-6,072	< ,000	0,7477
3 essieux	-0,3288	-6,511	< ,000	0,7198
4 essieux	-0,3362	-5,016	< ,000	0,7145
5 essieux	-0,2903	-5,608	< ,000	0,7480
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,2578	7,340	< ,000	1,2940
Pour conduite durant sanction	0,3091	2,112	,035	1,3622
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,4378	5,006	< ,000	1,5492
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,3548	3,745	< ,000	1,4258
Pour omission de porter la ceinture	0,4509	5,287	< ,000	1,5698
Autres infractions	0,5203	3,714	< ,000	1,6826
Paramètre de la loi binomiale négative	0,8944	12,296	< ,000	
Log de la vraisemblance	-19 932,448			
Test d'ajustement du χ^2	1,046			
Nombre de véhicules	54 699			

Le risque relatif des catégories de références est par définition égale à 1,0000

Tableau 25
Estimation du nombre d'accidents des camions de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules avec kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,7205	-17,380	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0201	-3,046	,002	0,9800
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,1744	1,796	,072	1,1906
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0394	-0,313	,754	0,9613
Non	Catégorie de référence			
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	1,0030	5,815	< ,000	2,7266
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	-0,2910	-0,927	,354	0,7475
Transport par autobus	-0,8353	-2,116	,034	0,4338
Camionnage public général	0,1429	1,433	,152	1,1536
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,0595	-0,762	,446	0,9422
Entreprise de location à court terme	0,0826	0,774	,439	1,0861
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	0,6079	3,758	< ,000	1,8366
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0933	1,825	,068	1,0978
3 années-véhicules	0,1376	2,360	,018	1,1475
4 à 5 années-véhicules	0,2241	4,180	< ,000	1,2512
6 à 9 années-véhicules	0,3817	7,310	< ,000	1,4648
10 à 20 années-véhicules	0,4143	8,325	< ,000	1,5133
21 à 50 années-véhicules	0,4058	7,592	< ,000	1,5005
51 à 150 années-véhicules	0,4806	8,793	< ,000	1,6170
151 à 400 années-véhicules	0,1531	2,110	,035	1,1654
Plus de 400 années-véhicules	0,4196	4,722	< ,000	1,5214
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0004	-3,153	,002	0,9996

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,0317	0,785	,432	1,0322
Pour dimension excédentaire	-0,0763	-0,235	,814	0,9266
Pour arrimage inadéquat	0,1709	1,160	,246	1,1864
Pour transport de matières dangereuses	-0,4062	-1,383	,167	0,6662
Pour non respect des heures de conduite	-0,0612	-0,229	,819	0,9406
Pour non respect de la vérification mécanique	0,2456	1,774	,076	1,2784
Pour autres raisons	-0,1690	-0,385	,700	0,8445
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,1110	-1,036	,300	0,8950
3 401 à 3 870 kg	-0,1505	-1,376	,169	0,8603
3 871 à 5 030 kg	-0,2697	-3,701	< ,000	0,7636
5 031 à 6 220 kg	-0,1877	-2,951	,003	0,8288
6 221 à 7 040 kg	-0,1219	-2,059	,039	0,8853
7 041 à 7 620 kg	-0,2555	-4,111	< ,000	0,7745
7 621 à 8 140 kg	-0,1594	-2,619	,009	0,8526
8 141 à 8 850 kg	-0,1293	-2,131	,033	0,8787
8 851 à 10 620 kg	-0,0123	-0,220	,826	0,9878
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	-0,0347	-0,132	,895	0,9659
Utilisation commerciale avec permis de court terme	-0,9066	-2,231	,026	0,4039
Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis C.T.Q.	0,1174	1,564	,118	1,1246
Transport de biens autre que « vrac »	-0,0958	-0,983	,325	0,9087
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,0996	-2,154	,031	0,9052
Autres	-0,0902	-0,329	,742	0,9138
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,3025	-0,693	,489	0,7389
1 à 5 cylindres	0,1338	1,162	,245	1,1431
6 à 7 cylindres	0,1186	2,675	,007	1,1259
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	0,7783	4,260	< ,000	2,1777
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,2663	-2,697	,007	0,7662
Plus de 4 000 kg	-0,1406	-3,009	,003	0,8686
3 essieux	-0,1849	-3,735	< ,000	0,8312
4 essieux	-0,2234	-3,416	,001	0,7998
5 essieux	0,2550	-4,976	< ,000	0,7749
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,1950	5,622	< ,000	1,2153
Pour conduite durant sanction	0,2916	2,020	,043	1,3386
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,3653	4,230	< ,000	1,4410
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,2501	2,672	,008	1,2841
Pour omission de porter la ceinture	0,3776	4,466	< ,000	1,4588
Autres infractions	0,4331	3,158	,002	1,5421
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 5 000 km	-1,1933	-14,925	< ,000	0,3032
5 000 à 10 000 km exclusivement	-0,6031	9,254	< ,000	0,5471
10 000 à 15 000 km exclusivement	-0,3644	-5,668	< ,000	0,6946
15 000 à 20 000 km exclusivement	-0,1710	-2,776	,006	0,8428
20 000 à 30 000 km exclusivement	-0,0774	-1,399	,162	0,9255
30 000 à 50 000 km exclusivement	0,0577	1,151	,250	1,0594
50 000 à 100 000 km exclusivement	0,2246	4,954	< ,000	1,2519
100 000 km et plus	Catégorie de référence			1,0000
Paramètre de la loi binomiale négative	0,7714	12,073	< ,000	
Log de la vraisemblance	-19 672,399			
Test d'ajustement du χ^2	1,028			
Nombre de véhicules	54 699			

Tableau 26

Seuil de signification (p) des variables infractions transporteurs et CSU lors de l'estimation du nombre d'accidents totaux impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative

Nombre d'infractions de type transporteur ou CSU condamnées par véhicules commises en 1995	Ensemble des 124 629 véhicules	Ensemble des 54 699 véhicules avec estimation du km	Échantillons aléatoires de 54 715 véhicules					
			1	2	3	4	5	6
	p	p	p	p	p	p	p	p
Pour surcharge	,000	,143	,022	,000	,000	,002	,006	,004
Pour dimension excédentaire	,900	,609	,494	,979	,256	,126	,494	,924
Pour arrimage inadéquat	,060	,183	,239	,128	,129	,714	,031	,017
Pour transport de matières dangereuses	,807	,264	,823	,770	,501	,888	,463	,890
Pour non respect des heures de travail	,903	,916	,991	,730	,417	,589	,835	,784
Pour non respect de la vérification mécanique	,013	,053	,322	,049	,078	,176	,009	,034
Pour autres raisons	,583	,683	,682	,652	,481	,134	,710	,524
Pour excès de vitesse	,000	,000	,000	,000	,000	,000	< ,000	,000
Pour conduite durant sanction	,047	,035	,038	,837	,248	,322	,056	,178
Pour omission de se conformer à un feu rouge	< ,000	,000	,001	,000	,000	,000	< ,000	,000
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	< ,000	,000	,001	,000	,025	,007	< ,000	,002
Pour omission de porter la ceinture	,000	,000	,064	,020	,058	,007	< ,000	,186
Autres infractions	< ,000	,000	,008	,121	,003	,002	,043	,002

Tableau 27
Estimation du nombre d'accidents avec blessés et morts impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (124 629 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-3,5557	-22,517	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0290	-2,523	,012	0,9714
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0396	0,263	,792	1,0404
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,3118	-1,749	,080	0,7321
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0924	0,294	,769	1,0968
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport par autobus et inconnu	-1,4556	-2,044	,041	0,2333
Camionnage public général	0,0051	0,038	,970	1,0051
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,1248	-1,251	,211	0,8827
Entreprise de location à court terme	-0,3362	-1,732	,083	0,7145
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	-0,1260	-0,500	,617	0,8816
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,1141	1,191	,234	1,1208
3 années-véhicules	0,2430	2,218	,027	1,2750
4 à 5 années-véhicules	0,2844	2,790	,005	1,3289
6 à 9 années-véhicules	0,2304	2,187	,029	1,2591
10 à 20 années-véhicules	0,3427	3,585	< ,000	1,4087
21 à 50 années-véhicules	0,4035	3,960	< ,000	1,4971
51 à 150 années-véhicules	0,4101	3,778	< ,000	1,5069
151 à 400 années-véhicules	0,1080	0,711	,477	1,1141
Plus de 400 années-véhicules	0,6078	3,596	< ,000	1,8364
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0006	-2,961	,003	0,9994

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,1068	1,638	,101	1,1127
Pour dimension excédentaire	-0,2683	-0,376	,707	0,7647
Pour arrimage inadéquat	-0,1156	-0,347	,728	0,8908
Pour transport de matières dangereuses	0,6784	2,389	,017	1,9707
Pour non respect des heures de conduite	0,5453	1,556	,120	1,7252
Pour non respect de la vérification mécanique	-0,0514	-0,190	,849	0,9499
Pour autres raisons	0,6501	1,263	,207	1,9158
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,3682	-1,506	,132	0,6920
3 401 à 3 870 kg	-0,4025	-1,583	,114	0,6686
3 871 à 5 030 kg	-0,2861	-1,774	,076	0,7512
5 031 à 6 220 kg	-0,1659	-1,304	,192	0,8472
6 221 à 7 040 kg	-0,0227	-0,201	,840	0,9776
7 041 à 7 620 kg	0,0287	0,262	,793	1,0291
7 621 à 8 140 kg	0,0167	0,149	,882	1,0168
8 141 à 8 850 kg	0,0619	0,564	,573	1,0638
8 851 à 10 620 kg	0,0005	0,004	,997	1,0005
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	-0,7549	-2,420	,016	0,4701
Utilisation commerciale avec permis de court terme ou sans permis de la CTQ	-0,3278	-3,105	,002	0,7205
Transport de biens autre que « vrac »	-0,2284	-1,712	,087	0,7958
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,5995	-6,340	< ,000	0,5491
Autres	-0,3317	-0,783	,435	0,7177
Nombre de cylindres				
1 à 5 cylindres ou inconnu	0,0738	0,316	,752	1,0766
6 à 7 cylindres	0,2532	3,157	,002	1,2881
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	1,8972	15,601	< ,000	6,6669
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,0371	-0,159	,874	0,9636
Plus de 4 000 kg	-0,3376	-3,784	< ,000	0,7135
3 essieux	-0,3154	-3,584	< ,000	0,7295
4 essieux	-0,3582	-2,733	,006	0,6989
5 essieux	-0,5473	-5,378	< ,000	0,5785
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,3543	6,126	< ,000	1,4252
Pour conduite durant sanction	0,1239	0,425	,671	1,1319
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,1954	1,055	,291	1,2159
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,3382	1,817	,069	1,4024
Pour omission de porter la ceinture	0,6876	4,848	< ,000	1,9889
Autres infractions	0,6822	2,879	,004	1,9782
Paramètre de la loi binomiale négative	1,0499	3,518	< ,000	
Log de la vraisemblance		-8 210,893		
Test d'ajustement du χ^2		2,118		
Nombre de véhicules		124 629		

Le risque relatif des catégories de références est par définition égale à 1,0000.

Tableau 28
Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-3,6161	-14,176	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0280	-1,509	,131	0,9724
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,3742	1,498	,134	1,4539
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,3311	-0,920	,357	0,7181
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,8002	1,774	,076	2,2260
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport par autobus et inconnu	-0,9473	-0,929	,353	0,38[illegible]
Camionnage public général	-0,0927	-0,394	,693	0,9115
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,1519	-0,827	,408	0,8591
Entreprise de location à court terme	-0,3225	-1,117	,264	0,7243
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	-0,4475	-0,752	,452	0,6392
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,2071	1,454	,146	1,2301
3 années-véhicules	0,1912	1,135	,256	1,2106
4 à 5 années-véhicules	0,3220	2,144	,032	1,3799
6 à 9 années-véhicules	0,3243	2,116	,034	1,3831
10 à 20 années-véhicules	0,4401	3,088	,002	1,5528
21 à 50 années-véhicules	0,5258	3,543	< ,000	1,6918
51 à 150 années-véhicules	0,6057	3,894	< ,000	1,8326
151 à 400 années-véhicules	0,1473	0,654	,513	1,1587
Plus de 400 années-véhicules	0,9154	3,869	< ,000	2,4978
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0008	-2,309	,021	0,9992

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,0852	0,848	,396	1,0889
Pour dimension excédentaire	0,4034	0,570	,569	1,4968
Pour arrimage inadéquat	-0,2143	-0,445	,656	0,8071
Pour transport de matières dangereuses	0,6390	1,469	,142	1,8946
Pour non respect des heures de conduite	0,7157	1,755	,079	2,0457
Pour non respect de la vérification mécanique	0,2583	0,710	,478	1,2947
Pour autres raisons	0,1932	0,191	,849	1,2131
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,3809	-1,267	,205	0,6832
3 401 à 3 870 kg	-0,6268	-1,967	,049	0,5343
3 871 à 5 030 kg	-0,2408	-1,118	,263	0,7860
5 031 à 6 220 kg	-0,2323	-1,219	,223	0,7927
6 221 à 7 040 kg	-0,0392	-0,231	,817	0,9616
7 041 à 7 620 kg	-0,1879	-1,073	,283	0,8287
7 621 à 8 140 kg	0,0609	0,370	,712	1,0627
8 141 à 8 850 kg	0,0567	0,348	,728	1,0584
8 851 à 10 620 kg	-0,0081	-0,052	,959	0,9919
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	-1,1123	-1,688	,091	0,3288
Utilisation commerciale avec permis de court terme ou sans permis de la CTQ	-0,2245	-1,206	,228	0,7989
Transport de biens autre que « vrac »	-0,0876	-0,372	,710	0,9161
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,4866	-3,486	< ,000	0,6147
Autres	-0,6949	-0,674	,500	0,4991
Nombre de cylindres				
1 à 5 cylindres ou inconnu	0,1127	0,329	,742	1,1193
6 à 7 cylindres	0,1840	1,515	,130	1,2021
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	1,7939	5,710	< ,000	6,0129
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,0635	-0,218	,828	0,9385
Plus de 4 000 kg	-0,2113	-1,586	,113	0,8095
3 essieux	-0,3577	-2,669	,008	0,6993
4 essieux	-0,3657	-1,937	,053	0,6936
5 essieux	-0,3886	-2,630	,009	0,6780
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,2522	2,768	,006	1,2869
Pour conduite durant sanction	-0,2214	-0,397	,691	0,8014
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,2264	0,868	,385	1,2541
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,1791	0,631	,528	1,1962
Pour omission de porter la ceinture	0,8649	4,714	< ,000	2,3747
Autres infractions	1,0330	3,605	< ,000	2,8093
Paramètre de la loi binomiale négative	0,9079	1,613	,107	
Log de la vraisemblance		-3 732,430		
Test d'ajustement du χ^2		0,891		
Nombre de véhicules		54 699		

Tableau 29
Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (54 699 véhicules avec kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-3,3972	-12,138	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0187	-0,994	,320	0,9815
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,4648	1,813	,070	1,5917
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,1439	-0,368	,713	0,8660
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,8635	1,766	,077	2,3714
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport par autobus et inconnu	-1,1258	-1,082	,279	0,3244
Camionnage public général	-0,2001	-0,826	,409	0,8187
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,1998	-0,934	,351	0,8189
Entreprise de location à court terme	-0,4642	-1,485	,137	0,6287
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	-0,2114	-0,343	,732	0,8095
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,2122	1,471	,141	1,2364
3 années-véhicules	0,1823	1,086	,277	1,2000
4 à 5 années-véhicules	0,3057	2,011	,044	1,3575
6 à 9 années-véhicules	0,2951	1,923	,054	1,3433
10 à 20 années-véhicules	0,4156	2,922	,003	1,5153
21 à 50 années-véhicules	0,5079	3,413	,001	1,6618
51 à 150 années-véhicules	0,5623	3,651	< ,000	1,7547
151 à 400 années-véhicules	0,0947	0,425	,671	1,0994
Plus de 400 années-véhicules	0,8236	3,473	,001	2,2787
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0008	-2,134	,033	0,9992

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,0565	0,555	,579	1,0582
Pour dimension excédentaire	0,5080	0,728	,467	1,6619
Pour arrimage inadéquat	-0,2152	-0,448	,654	0,8064
Pour transport de matières dangereuses	0,5868	1,335	,182	1,7981
Pour non respect des heures de conduite	0,7043	1,746	,081	2,0224
Pour non respect de la vérification mécanique	0,2703	0,748	,454	1,3103
Pour autres raisons	0,1805	0,171	,864	1,1979
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,4345	-1,151	,250	0,6476
3 401 à 3 870 kg	-0,6819	-1,744	,081	0,5057
3 871 à 5 030 kg	-0,2778	-1,235	,217	0,7575
5 031 à 6 220 kg	-0,2487	-1,264	,206	0,7798
6 221 à 7 040 kg	-0,0757	-0,433	,665	0,9271
7 041 à 7 620 kg	-0,2438	-1,342	,180	0,7836
7 621 à 8 140 kg	-0,0020	-0,012	,991	0,9980
8 141 à 8 850 kg	-0,0003	-0,002	,999	0,9997
8 851 à 10 620 kg	-0,0152	-0,090	,929	0,9849
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	-1,3161	-1,929	,054	0,2682
Utilisation commerciale avec permis de court terme ou sans permis de la CTQ	-0,0847	-0,389	,698	0,9187
Transport de biens autre que « vrac »	-0,0185	-0,076	,939	0,9817
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,2551	-1,772	,076	0,7749
Autres	-0,6042	-0,600	,548	0,5465
Nombre de cylindres				
1 à 5 cylindres ou inconnu	-0,0140	-0,040	,968	0,9861
6 à 7 cylindres	0,0113	0,089	,929	1,0114
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	2,0332	6,338	< ,000	7,6384
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	0,0751	0,216	,829	1,0780
Plus de 4 000 kg	0,0051	0,036	,971	1,0051
3 essieux	-0,1486	-1,013	,311	0,8619
4 essieux	-0,1912	-0,990	,322	0,8259
5 essieux	-0,3514	-2,398	,016	0,7037
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,1874	2,027	,043	1,2061
Pour conduite durant sanction	-0,2291	-0,413	,680	0,7952
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,1649	0,633	,527	1,1792
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,0891	0,314	,754	1,0932
Pour omission de porter la ceinture	0,8124	4,431	< ,000	2,2533
Autres infractions	0,9397	3,325	,001	2,5593
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 5 000 km	-1,2815	-5,472	< ,000	0,2776
5 000 à 10 000 km exclusivement	-0,8001	-4,244	< ,000	0,4493
10 000 à 15 000 km exclusivement	-0,6206	-3,277	,001	0,5376
15 000 à 20 000 km exclusivement	-0,3719	-2,065	,039	0,6894
20 000 à 30 000 km exclusivement	-0,3116	-1,968	,049	0,7323
30 000 à 50 000 km exclusivement	-0,1744	-1,218	,223	0,8400
50 000 à 100 000 km exclusivement	0,0516	0,417	,677	1,0530
100 000 km et plus	Catégorie de référence			1,0000
Paramètre de la loi binomiale négative	0,7850	1,457	,145	
Log de la vraisemblance	-3 703,774			
Test d'ajustement du χ^2	1,093			
Nombre de véhicules	54 699			

Tableau 30

Seuil de signification (p) des variables infractions transporteurs et CSU lors de l'estimation du nombre d'accidents avec blessés et morts impliquant un camion de 3 000 kg et plus à l'aide du modèle de régression binomiale négative

Nombre d'infractions de type transporteur ou CSU condamnées par véhicules commises en 1995	Ensemble des 124 629 véhicules	Ensemble des 54 699 véhicules avec estimation du km	Échantillons aléatoires de 54 715 véhicules					
			1	2	3	4	5	6
	p	p	p	p	p	p	p	p
Pour surcharge	,101	,396	,591	,136	,102	,165	,057	,393
Pour dimension excédentaire	,707	,569	,875	,996	,869	,894	,876	,737
Pour arrimage inadéquat	,728	,656	,178	,444	,496	,560	,462	,462
Pour transport de matières dangereuses	,017	,142	,249	,214	,135	,023	,272	,008
Pour non respect des heures de travail	,120	,079	,304	,195	,791	,254	,163	,011
Pour non respect de la vérification mécanique	,849	,478	,971	,318	,753	,491	,716	,096
Pour autres raisons	,207	,849	,030	,643	,449	,071	,244	,046
Pour excès de vitesse	< ,000	,006	,010	,024	< ,000	< ,000	,013	,004
Pour conduite durant sanction	,671	,691	,192	,879	,937	,956	,656	,478
Pour omission de se conformer à un feu rouge	,291	,385	,105	,615	,035	,923	,347	,761
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	,069	,528	,037	,341	,593	,894	,422	,056
Pour omission de porter la ceinture	< ,000	< ,000	,030	< ,000	,100	,094	< ,000	,003
Autres infractions	,004	< ,000	,080	,008	,034	< ,000	,026	,115

Tableau 31
Estimation du nombre moyen d'accidents des autobus pour l'année 1996, au Québec

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	481	0,083	127	0,028
Non	18 633	0,154	9 587	0,124
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	326	0,088	90	0,159
Non	18 788	0,153	9 624	0,123
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	71	0,056	32	0,089
Non	19 043	0,153	9 682	0,123
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	2 711	0,300	656	0,238
Transport en commun interurbain	3 464	0,227	1 790	0,203
Transport par autobus scolaire	10 747	0,094	6 258	0,089
Transport de personnes avec autobus privé	1 216	0,135	615	0,135
Camionnage	688	0,124	296	0,085
Entreprise de location à court terme	288	0,175	99	0,116
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	217	0,080	61	0,199
1 année-véhicule	939	0,132	483	0,098
2 années-véhicules	594	0,100	315	0,097
3 années-véhicules	448	0,088	233	0,137
4 à 5 années-véhicules	1 020	0,065	544	0,053
6 à 9 années-véhicules	1 444	0,112	809	0,114
10 à 20 années-véhicules	3 243	0,119	1 602	0,086
21 à 50 années-véhicules	3 502	0,130	2 012	0,119
51 à 150 années-véhicules	2 938	0,152	1 583	0,128
151 à 400 années-véhicules	2 009	0,188	1 510	0,181
Plus de 400 années-véhicules	2 760	0,283	562	0,181
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
0	19 077	0,153	9 698	0,123
1	34	0,035	15	0,080
2	2	0,000	1	0,000
3	1	0,000	0	0,000
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	3 831	0,088	1 958	0,087
3 391 à 7 200 kg	3 895	0,113	2 269	0,095
7 201 à 7 560 kg	2 093	0,103	1 402	0,101
7 561 à 9 630 kg	3 525	0,121	1 909	0,121
Plus de 9 630 kg	4 058	0,330	1 093	0,315

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	5 760	0,281	1 968	0,248
Transport d'écoliers	11 036	0,090	6 675	0,087
Transport de personnes avec autobus privé	2 176	0,129	994	0,122
Utilisation d'un véhicule d'urgence	142	0,141	77	0,097
Type de carburant				
Diesel	13 309	0,171	6 767	0,134
Essence	5 131	0,110	2 759	0,091
Autres	674	0,105	191	0,183
Nombre de cylindres				
Inconnu	47	0,079	23	0,043
1 à 5 cylindres	62	0,533	11	0,182
6 à 7 cylindres	8 509	0,210	3 832	0,165
8 ou plus de 10 cylindres	10 496	0,103	5 848	0,096
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse				
0	18 715	0,149	9 515	0,123
1	372	0,257	191	0,148
2	24	1,368	7	0,143
3	3	0,346	1	0,000
Pour conduite durant sanction				
0	19 107	0,152	9 711	0,123
1	7	0,429	3	0,667
Pour omission de se conformer à un feu rouge				
0	19 049	0,152	9 679	0,123
1	64	0,205	34	0,206
2	1	1,000	1	1,000
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent				
0	19 022	0,152	9 660	0,123
1	91	0,198	54	0,241
2	1	1,000	0	0,000
Pour omission de porter la ceinture				
0	19 094	0,152	9 701	0,123
1	20	0,200	13	0,077
Autres infractions				
0	19 087	0,152	9 703	0,123
1	26	0,192	11	0,091
2	1	0,000	0	0,000
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 10 000 km			1 344	0,060
10 000 à 15 000 km exclusivement			1 227	0,090
15 000 à 20 000 km exclusivement			1 686	0,099
20 000 à 25 000 km exclusivement			1 635	0,090
25 000 à 30 000 km exclusivement			1 180	0,109
30 000 à 40 000 km exclusivement			1 234	0,125
40 000 km et plus			1 408	0,290
L'ensemble des autobus	19 114	0,152	9 714	0,123

Tableau 32
Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (19 114 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-2,0893	-11,786	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0109	0,826	,409	1,0109
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,1432	0,579	,563	1,1540
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,1036	0,317	,751	1,1092
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,3658	-0,577	,564	0,6937
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	-0,0392	-0,163	,870	0,9616
Transport en commun interurbain	-0,1213	-0,527	,598	0,8857
Transport par autobus scolaire	-0,4008	-1,763	,078	0,6698
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,3320	-1,448	,148	0,7175
Entreprise de location à court terme	0,3137	1,324	,185	1,3685
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	-0,1584	-0,294	,769	0,8535
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0041	0,021	,983	1,0041
3 années-véhicules	-0,0577	-0,239	,811	0,9439
4 à 5 années-véhicules	-0,2094	-1,000	,317	0,8111
6 à 9 années-véhicules	0,3539	1,900	,057	1,4246
10 à 20 années-véhicules	0,2433	1,348	,178	1,2755
21 à 50 années-véhicules	0,3013	1,667	,095	1,3516
51 à 150 années-véhicules	0,4239	2,347	,019	1,5280
151 à 400 années-véhicules	0,2998	1,639	,101	1,3496
Plus de 400 années-véhicules	0,3902	2,109	,035	1,4772
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995	-1,5128	-1,542	,123	0,2203
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	0,0003	1,235	,217	1,0003

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	-0,2803	-3,041	,002	0,7556
3 391 à 7 200 kg	-0,1668	-2,136	,033	0,8464
7 201 à 7 560 kg	-0,1426	-1,548	,122	0,8671
7 561 à 9 630 kg	-0,1859	-2,698	,007	0,8303
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	0,3783	2,190	,029	1,4599
Transport d'écoliers	-0,3117	-1,860	,063	0,7321
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Utilisation d'un véhicule d'urgence	0,1264	0,400	,689	1,1347
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,2702	-4,809	< ,000	0,7632
Autres	-0,0619	-0,460	,646	0,9399
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,9202	-1,555	,120	0,3985
1 à 5 cylindres	0,3327	0,762	,446	1,3947
6 à 7 cylindres	0,1918	3,245	,001	1,2115
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,1805	1,582	,114	1,1978
Pour conduite durant sanction	0,2711	0,979	,328	1,3114
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,7648	1,124	,261	2,1485
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,4113	1,764	,078	1,5088
Pour omission de porter la ceinture	0,4245	0,800	,424	1,5289
Autres infractions	0,0672	0,153	,878	1,0696
Paramètre de la loi binomiale négative	0,4910	5,764	< ,000	
Log de la vraisemblance	-7 118,997			
Test d'ajustement du χ^2	0,5279			
Nombre de véhicules	19 114			

Tableau 33
Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,8000	-7,658	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0177	0,925	,355	1,0179
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-1,2691	-1,672	,095	0,2811
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,1814	0,326	,744	1,1988
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,1564	-0,179	,858	0,8552
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	-0,1217	-0,471	,638	0,8854
Transport en commun interurbain	-0,1667	-0,689	,491	0,8464
Transport par autobus scolaire	-0,4278	-1,792	,073	0,6519
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,6324	-2,066	,039	0,5313
Entreprise de location à court terme	-0,2609	-0,735	,462	0,7704
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	1,0133	1,212	,226	2,7547
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	-0,0568	-0,230	,818	0,9448
3 années-véhicules	0,2911	1,113	,266	1,3379
4 à 5 années-véhicules	-0,3367	-1,306	,191	0,7142
6 à 9 années-véhicules	0,3705	1,764	,078	1,4484
10 à 20 années-véhicules	0,1286	0,637	,524	1,1372
21 à 50 années-véhicules	0,4301	2,172	,030	1,5375
51 à 150 années-véhicules	0,4408	2,193	,028	1,5539
151 à 400 années-véhicules	0,3639	1,800	,072	1,4389
Plus de 400 années-véhicules	0,3745	1,730	,084	1,4543
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995	-0,8440	-0,883	,377	0,4300
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0002	-0,454	,650	0,9998

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	-0,2965	-2,476	,013	0,7434
3 391 à 7 200 kg	-0,2152	-2,036	,042	0,8064
7 201 à 7 560 kg	-0,0867	-0,774	,439	0,9170
7 561 à 9 630 kg	-0,1609	-1,788	,074	0,8514
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	0,2073	0,962	,336	1,2304
Transport d'écoliers	-0,4870	-2,342	,019	0,6145
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Utilisation d'un véhicule d'urgence	-0,2928	-0,591	,554	0,7462
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,2234	-2,715	,007	0,7998
Autres	0,2986	1,583	,113	1,3480
Nombre de cylindres				
Inconnu	-1,5218	-1,504	,133	0,2183
1 à 5 cylindres	0,7115	0,946	,344	2,0370
6 à 7 cylindres	0,1352	1,745	,081	1,1447
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	-0,0849	-0,427	,669	0,9186
Pour conduite durant sanction	0,2456	0,677	,499	1,2784
Pour omission de se conformer à un feu rouge	1,0596	1,179	,238	2,8854
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,7042	2,406	,016	2,0223
Pour omission de porter la ceinture	-0,1898	-0,189	,850	0,8271
Autres infractions	-0,1713	-0,167	,867	0,8425
Paramètre de la loi binomiale négative	0,3282	2,585	,010	
Log de la vraisemblance	-3 430,613			
Test d'ajustement du χ^2	1,0998			
Nombre de véhicules	9 714			

Tableau 34
Estimation du nombre d'accidents des autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules avec kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,2031	-4,817	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0260	1,356	,175	1,0264
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-1,0730	-1,417	,157	0,3420
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,4639	0,817	,414	1,5903
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,3849	-0,437	,662	0,6805
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	-0,3109	1,071	,284	0,7328
Transport en commun interurbain	-0,3703	-1,359	,174	0,6906
Transport par autobus scolaire	-0,5469	-2,023	,043	0,5787
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,6271	-2,021	,043	0,5341
Entreprise de location à court terme	-0,3317	-0,920	,358	0,7177
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	1,1391	1,353	,176	3,1241
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	-0,0947	-0,383	,702	0,9097
3 années-véhicules	0,1517	0,574	,566	1,1639
4 à 5 années-véhicules	-0,3943	-1,505	,132	0,6742
6 à 9 années-véhicules	0,2719	1,254	,210	1,3124
10 à 20 années-véhicules	0,0079	0,037	,970	1,0079
21 à 50 années-véhicules	0,3071	1,499	,134	1,3595
51 à 150 années-véhicules	0,3261	1,566	,117	1,3855
151 à 400 années-véhicules	0,2914	1,392	,164	1,3383
Plus de 400 années-véhicules	0,3129	1,398	,162	1,3674
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995	-0,7235	-0,751	,453	0,4851
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0002	-0,587	,557	0,9998

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	-0,2833	-2,302	,021	0,7533
3 391 à 7 200 kg	-0,1418	-1,309	,190	0,8678
7 201 à 7 560 kg	0,0427	0,372	,710	1,0436
7 561 à 9 630 kg	-0,0122	-0,130	,896	0,9879
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	0,1229	0,520	,603	1,1308
Transport d'écoliers	-0,2936	-1,267	,205	0,7456
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Utilisation d'un véhicule d'urgence	-0,1946	-0,390	,696	0,8232
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,0667	-0,792	,428	0,9355
Autres	0,4883	2,606	,009	1,6295
Nombre de cylindres				
Inconnu	-1,2746	-1,260	,208	0,2795
1 à 5 cylindres	0,6470	0,868	,386	1,9099
6 à 7 cylindres	0,0371	0,470	,638	1,0378
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	-0,1696	-0,856	,392	0,8440
Pour conduite durant sanction	0,2998	0,839	,401	1,3496
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,6890	0,791	,429	1,9916
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,5954	2,056	,040	1,8137
Pour omission de porter la ceinture	-0,0827	-0,082	,934	0,9206
Autres infractions	-0,3261	-0,316	,752	0,7218
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 10 000 km	-1,2957	-7,817	< ,000	0,2737
10 000 à 15 000 km exclusivement	-0,7409	-5,711	< ,000	0,4767
15 000 à 20 000 km exclusivement	-0,6862	-5,991	< ,000	0,5035
20 000 à 25 000 km exclusivement	-0,7516	-6,571	< ,000	0,4716
25 000 à 30 000 km exclusivement	-0,6355	-5,562	< ,000	0,5297
30 000 à 40 000 km exclusivement	-0,5743	-5,485	< ,000	0,5631
40 000 km et plus	Catégorie de référence			1,0000
Paramètre de la loi binomiale négative	0,2091	1,8155	,069	
Log de la vraisemblance	-3 385,057			
Test d'ajustement du χ^2	1,1686			
Nombre de véhicules	9 714			

Tableau 35
Estimation du nombre moyen d'accidents avec blessés et morts impliquant un autobus pour l'année 1996, au Québec

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	323	0,012	89	0,011
Non	18 540	0,026	9 514	0,018
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	70	0,014	31	0,032
Non	18 793	0,026	9 572	0,018
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	2 688	0,079	651	0,051
Transport en commun interurbain	3 404	0,031	1 775	0,029
Transport par autobus scolaire	10 727	0,013	6 246	0,012
Transport de personnes avec autobus privé	1 209	0,012	613	0,011
Camionnage	549	0,013	219	0,014
Entreprise de location à court terme	286	0,017	99	0,010
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 ou 1 année-véhicule	1 148	0,010	543	0,009
2 années-véhicules	592	0,012	314	0,010
3 années-véhicules	448	0,004	233	0,004
4 à 5 années-véhicules	1 016	0,007	542	0,007
6 à 9 années-véhicules	1 442	0,014	809	0,011
10 à 20 années-véhicules	3 235	0,014	1 600	0,011
21 à 50 années-véhicules	3 489	0,015	2 007	0,015
51 à 150 années-véhicules	2 784	0,019	1 503	0,017
151 à 400 années-véhicules	1 998	0,033	1 502	0,032
Plus de 400 années-véhicules	2 711	0,080	550	0,047
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	3 706	0,013	1 892	0,014
3 391 à 7 200 kg	3 863	0,013	2 250	0,011
7 201 à 7 560 kg	2 088	0,011	1 400	0,011
7 561 à 9 630 kg	3 496	0,016	1 895	0,019
Plus de 9 630 kg	4 005	0,073	1 086	0,056
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	5 676	0,058	1 947	0,044
Transport d'écoliers	11 018	0,011	6 664	0,011
Transport de personnes avec autobus privé	2 169	0,012	992	0,014
Type de carburant				
Diesel	13 150	0,029	6 688	0,020
Essence	5 047	0,018	2 725	0,011
Autres	666	0,020	190	0,021
Nombre de cylindres				
6 à 7 cylindres	8 504	0,041	3 828	0,027
8 ou plus de 10 cylindres	10 359	0,013	5 775	0,012

Variables explicatives	Ensemble		Lecture d'odomètre	
	N	Moyenne	N	Moyenne
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse				
0	18 465	0,025	9 404	0,018
1	371	0,032	191	0,016
2	24	0,125	7	0,000
3	3	0,000	1	0,000
Pour omission de se conformer à un feu rouge				
0	18 798	0,025	9 568	0,018
1	64	0,063	34	0,029
2	1	0,000	1	0,000
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 10 000 km			1 310	0,002
10 000 à 15 000 km exclusivement			1 209	0,009
15 000 à 20 000 km exclusivement			1 669	0,013
20 000 à 25 000 km exclusivement			1 624	0,014
25 000 à 30 000 km exclusivement			1 173	0,015
30 000 à 40 000 km exclusivement			1 223	0,021
40 000 km et plus			1 395	0,049
	9 603	0,025		0,018

Tableau 36
Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (19 114 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-4,2086	-8,230	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0012	0,038	,970	1,0012
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,9318	1,346	,178	2,5390
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0131	-0,011	,992	1,0132
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	-0,1382	-0,046	,964	0,8709
Transport en commun interurbain	-0,4215	-0,142	,887	0,6560
Transport par autobus scolaire	-0,3945	-0,129	,898	0,6740
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,0260	-0,015	,988	0,9743
Entreprise de location à court terme	0,0840	0,046	,964	1,0876
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 ou 1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0717	0,070	,944	1,0744
3 années-véhicules	-0,8073	-0,566	,571	0,4460
4 à 5 années-véhicules	-0,2293	-0,175	,861	0,7951
6 à 9 années-véhicules	0,4167	0,263	,792	1,5169
10 à 20 années-véhicules	0,4358	0,282	,778	1,5463
21 à 50 années-véhicules	0,4797	0,288	,773	1,6156
51 à 150 années-véhicules	0,5746	0,367	,713	1,7764
151 à 400 années-véhicules	0,6399	0,392	,695	1,8963
Plus de 400 années-véhicules	1,1387	0,696	,487	3,1226
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	0,0004	0,651	,515	1,0004
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	0,0009	0,003	,997	1,0009
3 391 à 7 200 kg	-0,2460	-1,051	,293	0,7819
7 201 à 7 560 kg	-0,4328	-1,435	,151	0,6487
7 561 à 9 630 kg	-0,3239	-1,661	,097	0,7233
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	0,6384	0,376	,707	1,8935
Transport d'écoliers	-0,2233	-0,130	,896	0,7998
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,4088	-3,191	,001	0,6644
Autres	0,1115	0,380	,704	1,1180
Nombre de cylindres				
6 à 7 cylindres	0,2997	2,036	,042	1,3494
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,4771	2,106	,035	1,6114
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,7085	1,415	,157	2,0310
Paramètre de la loi binomiale négative	0,4138	0,872	,383	
Log de la vraisemblance	-2 021,990			
Test d'ajustement du χ^2	0,005			
Nombre de véhicules	18 863			

Tableau 37
Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules sans kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-4,6972	-7,001	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0596	1,141	,254	1,0614
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0603	0,039	,969	1,0621
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	1,5326	0,974	,330	4,6303
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	1,1010	1,523	,128	3,0071
Transport en commun interurbain	0,5768	0,832	,405	1,7803
Transport par autobus scolaire	0,6133	0,888	,375	1,8466
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,0210	-0,027	,979	0,9792
Entreprise de location à court terme	-0,7120	-0,624	,533	0,4868
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 ou 1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	-0,1646	-0,222	,824	0,8482
3 années-véhicules	-0,7571	-0,671	,502	0,4690
4 à 5 années-véhicules	-0,1624	-0,228	,820	0,8501
6 à 9 années-véhicules	0,2304	0,357	,721	1,2592
10 à 20 années-véhicules	0,1892	0,308	,758	1,2082
21 à 50 années-véhicules	0,5979	1,017	,309	1,8182
51 à 150 années-véhicules	0,6612	1,097	,273	1,9371
151 à 400 années-véhicules	0,6581	1,107	,268	1,9311
Plus de 400 années-véhicules	1,3830	2,259	,024	3,9870
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0002	-0,173	,862	0,9998
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	0,3142	1,020	,308	1,3692
3 391 à 7 200 kg	-0,0277	-0,095	,925	0,9727
7 201 à 7 560 kg	-0,1141	-0,358	,721	0,8922
7 561 à 9 630 kg	-0,0777	-0,347	,728	0,9252
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	-0,2714	-0,508	,612	0,7623
Transport d'écoliers	-1,2896	-2,459	,014	0,2754
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,4191	-1,922	,055	0,6577
Autres	-0,0958	-0,183	,854	0,9087
Nombre de cylindres				
6 à 7 cylindres	0,2046	0,977	,329	1,2270
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	-0,2415	-0,429	,668	0,7854
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,1364	0,136	,892	1,1462
Paramètre de la loi binomiale négative	0,6158	0,809	,419	
Log de la vraisemblance	-797,491			
Test d'ajustement du χ^2	0,049			
Nombre de véhicules	9 603			

Tableau 38
Estimation du nombre d'accidents avec blessés impliquant un autobus à l'aide du modèle de régression binomiale négative, pour l'année 1996, au Québec (9 714 véhicules avec kilométrage)

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-3,9526	-5,350	< ,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	0,0678	1,282	,200	1,0701
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,2568	0,138	,890	1,2928
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	1,5593	0,833	,405	4,7553
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Transport en commun urbain	0,7816	0,699	,484	2,1849
Transport en commun interurbain	0,2424	0,225	,822	1,2743
Transport par autobus scolaire	0,3736	0,342	,733	1,4529
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage	-0,0516	-0,059	,953	0,9497
Entreprise de location à court terme	-0,8899	-0,734	,463	0,4107
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 ou 1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	-0,2201	-0,282	,778	0,8025
3 années-véhicules	-0,9257	-0,798	,425	0,3962
4 à 5 années-véhicules	-0,2460	-0,320	,749	0,7819
6 à 9 années-véhicules	0,0961	0,129	,897	1,1009
10 à 20 années-véhicules	0,0363	0,049	,961	1,0370
21 à 50 années-véhicules	0,4356	0,620	,535	1,5458
51 à 150 années-véhicules	0,4960	0,700	,484	1,6422
151 à 400 années-véhicules	0,5227	0,732	,464	1,6865
Plus de 400 années-véhicules	1,2512	1,753	,080	3,4947
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0003	-0,295	,768	0,9997
Masse nette du véhicule				
3 390 kg et moins	0,3343	1,050	,294	1,3970
3 391 à 7 200 kg	0,0654	0,217	,828	1,0676
7 201 à 7 560 kg	0,0509	0,154	,878	1,0523
7 561 à 9 630 kg	0,0964	0,406	,684	1,1012
Plus de 9 630 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Transport de personnes avec autobus public	-0,2656	-0,366	,715	0,7667
Transport d'écoliers	-1,0406	-1,412	,158	0,3233
Transport de personnes avec autobus privé	Catégorie de référence			1,0000

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,2054	-0,923	,356	0,8144
Autres	0,1674	0,318	,751	1,1822
Nombre de cylindres				
6 à 7 cylindres	0,0813	0,375	,708	1,0847
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	-0,3559	-0,628	,530	0,7006
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,1451	0,146	,884	1,1561
Kilométrage moyen pour le nombre de jours que le véhicule est autorisé de circuler en 1996				
Moins de 10 000 km	-2,0979	-3,365	,001	0,1227
10 000 à 15 000 km exclusivement	-0,9263	-2,534	,011	0,3960
15 000 à 20 000 km exclusivement	-0,6751	-2,259	,024	0,5091
20 000 à 25 000 km exclusivement	-0,6533	-2,289	,022	0,5203
25 000 à 30 000 km exclusivement	-0,7187	-2,447	,014	0,4874
30 000 à 40 000 km exclusivement	-0,5671	-2,257	,024	0,5672
40 000 km et plus	Catégorie de référence			1,0000
Paramètre de la loi binomiale négative	0,4951	0,637	,524	
Log de la vraisemblance	-786,601			
Test d'ajustement du χ^2	0,027			
Nombre de véhicules	9 603			

5. Conclusion de la partie 1

Nous pouvons résumer les principaux résultats de cette partie de la façon suivante.

Lorsque nous contrôlons pour l'exposition au risque, il n'y a pas de secteur d'activité dans l'industrie du camionnage qui soit plus risquée que d'autres. Par contre, sans ce contrôle effectué en utilisant le kilométrage aux vérifications mécaniques, nous obtenons que les secteurs Camionnage public général et Entreprises de location à court terme représentent des risques plus élevés que les entreprises dans le secteur Camionnage public en vrac, alors que le secteur Camionnage pour compte propre n'est pas différent statistiquement.

Toujours dans l'industrie du camionnage, deux infractions transporteurs sont importantes pour expliquer les accidents totaux des entreprises de camionnage : la surcharge et le non respect de la vérification mécanique. Toutes les infractions CSU étudiées (excès de vitesse, conduite durant sanction, omission de se conformer à un feu rouge, omission de respecter un panneau d'arrêt ou un signal d'agent, omission de porter la ceinture) sont significatives pour expliquer les accidents totaux, alors que seules celles pour excès de vitesse et omission de porter la ceinture le sont pour les accidents impliquant des blessés et des morts. Les plus grandes flottes ont plus d'accidents que les petites flottes.

Les résultats sont moins significatifs pour les autobus. Seule l'infraction CSU pour non arrêt à un panneau ou à un signal d'agent est significative pour expliquer les accidents totaux lorsque nous prenons en compte l'exposition au risque. Aucune variable de taille de flottes est significative.

Dans la seconde partie, nous présentons une analyse de la tarification des camions et des flottes pour tous les accidents. La même analyse pourrait être appliquée pour les accidents avec blessés et morts seulement et pour les autobus. Nous ne retenons que les infractions conducteurs et transporteurs qui sont significatives dans les régressions d'accidents. Par contre, la modélisation a dû être adaptée pour tenir compte de la problématique de la fiabilité statistique des informations reçues sur l'expérience passée, qui est fonction de la taille de la flotte.

6. Références de la Partie 1

Barlet R., (1997) «L'esprit et les objectifs du permis à points», recueil des présentations, Séminaire de l'OCDE sur la formation et l'évaluation des conducteurs de véhicules lourds, Québec, Canada, 19-21 octobre.

Blom D. H., M. L. Pokorny et P. Van Leeuwen (1987), «The Role of Age and Experience in Bus Drivers' Accidents», *International Journal of Epidemiology*, 16 (1), 35-43.

Boyer, M., G. Dionne et C. Vanasse (1988), «Infractions au code de la sécurité routière, infractions au code criminel et accidents automobiles», rapport remis à la SAAQ.

Campbell K. L. (1991), «Fatal Accident Involvement Rates by Driver Age for Large Trucks», *Accident Analysis & Prevention*, 23 (4) 287-295.

Dionne G., C. Laberge-Nadeau, D. Desjardins, S. Messier et C. Vanasse (1995), «Analyse des facteurs qui expliquent les taux et les gravités des accidents routiers impliquant des chauffeurs professionnels au Québec», *Études et recherches*, Rapport R-111, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, 84 p.

Dionne G., et C. Vanasse (1997), «Une évaluation empirique de la nouvelle tarification de l'assurance automobile (1992) au Québec», dans Économétrie appliquée, C. Montmarquette et C. Gouriéroux, eds., Collection Société canadienne de science économique, Economica, 47-80.

Fluet C. (1998), «Commercial Vehicle Insurance: Should Fleet Policies Differ From Single Vehicule Plans?», dans Automobile Insurance: Road Safety, New Drivers, Risks, Insurance Fraud and Regulation, G. Dionne et C. Laberge-Nadeau, Kluwer Academic Press, 101-117.

Gou M., B. Clément, S. Birikundavyi, O. Bellavigna et E. Abraham (1997), «Incidence de l'état mécanique des poids lourds sur la sécurité routière», rapport final, École polytechnique de Montréal, Département de Génie Mécanique, Équipe de sécurité routière, 83 p.

Lawless, J.F. (1987), «Negative Binomial and Mixed Poisson Regression», *Canadian Journal of Statistics* 15 (3) 209-225.

Lemire A.M. (1997), «Estimation du kilométrage moyen annuel des poids lourds Québécois», comptes-rendus de la X^{e} Conférence canadienne multidisciplinaire sur la sécurité routière, 8 au 11 juin, 149-158.

Mailhot Guy (1998), «Le nouvel encadrement de l'industrie du transport», *La lettre de sécurité routière* (48), 15-18.

Ministère des Transports du Québec (1996), «État de la situation des conducteurs professionnels de l'industrie du transport routier au Québec», rapport final, Recherche Affaires Publiques et Sociales, 7055.005 - 03/96, 93 p.

Moses L. N. et I. Savage (1994), «The Effect of Firm Characteristics on Truck Accidents», *Accident Analysis & Prevention* 26 (2) 173-179.

Moses L. N. et I. Savage (1996), «Identifying Dangerous Trucking Firm», *Risk Analysis* 16 (3) 359-366.

Nuttens F. (1994), «Tarification des flottes automobiles», Mémoire DEA, Université Paris X-Nanterre, 100 pages.

Saccomanno F. et J. Shortreed (1996) «Truck Safety: Perceptions and Reality», Institute for Risk Research, University of Waterloo, 427 pages.

Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) (1998), Dossier statistique, «Bilan 1997 des taxis, des autobus et des camions et tracteurs routiers», Service des études et des stratégies en sécurité routière, Direction de la planification et de la statistique, 166 pages.

Teugels J.L. et B. Sundt (1991) «A Stop-Loss Experience Rating Scheme For Fleets of Cars», *Insurance: Mathematics and Economics* (10), 173-179.

The Driver/Carrier Relationship Projet (1996), Summary Report, États-Unis.

Transports Canada, Politiques et coordination (1989), «Sécurité des véhicules commerciaux au Canada», rapport présenté au parlement pour l'année 1988, TP10102.

Transports Canada, Sécurité routière (1996), «Statistiques sur les collisions de la route au Canada – 1993», TP11743-93(F).

Partie 2

Tarification des flottes

7. Systèmes bonus-malus sur des flottes de véhicules

7.1 Introduction

Une tarification *a posteriori* peut s'interpréter comme une prise en compte de la révélation par l'expérience de caractéristiques cachées sur les lois de risque. Dans le cas d'un portefeuille stratifié, comme c'est le cas pour les flottes de véhicules, le point essentiel est de savoir où placer cette hétérogénéité sur les lois de risque, et quel niveau lui donner. Dans la note en annexe présentant un modèle à effets aléatoires sur les flottes, on a rappelé deux cas limites.

- L'hétérogénéité des lois de risque est spécifique aux véhicules. Dans ce cas, une prime *a posteriori* sur une flotte peut s'obtenir en sommant les primes *a posteriori* des véhicules. Compte tenu de la diversification des risques, la dispersion des coefficients de bonus-malus au niveau des flottes diminuera avec leur taille.
- L'hétérogénéité des lois de risque est spécifique aux flottes. Le niveau réel du risque d'une flotte se révèle d'autant mieux que celle-ci est grande. Il n'y a pas lieu de calculer des coefficients de bonus-malus au niveau des véhicules, et la dispersion des coefficients de bonus-malus au niveau des flottes croîtra avec leur taille, alors qu'elle décroît si l'hétérogénéité des lois est spécifique aux véhicules.

On peut se demander si la composante véhicule de la tarification *a posteriori* importe pour les propriétaires de flottes. En tout cas, le caractère ouvert des flottes peut conduire à intégrer un turnover anticipé dans la tarification, point qu'on développera plus loin.

Examinons d'abord le résultat obtenu par sommation des tarifications issues de l'intégration dans le score de l'historique des infractions relevées sur le véhicule. On a ventilé les flottes suivant les classes de taille retenues dans les scores de tarification. Par la suite, on cherchera à modifier les coefficients de bonus-malus issus de cette tarification de manière à répliquer les résultats obtenus par le modèle à effets aléatoires, en terme de dispersion des coefficients.

Seuls les véhicules ayant circulé en 1995 et en 1996 ont été retenus, soit 100 048 véhicules. Dans l'estimation du modèle à effets aléatoires, on se devait de respecter cette contrainte, puisqu'on juxtapose une équation sur les sinistres déclarés en 1996, et une équation sur les infractions relevées en 1995. Les résultats suivants seront rapprochés ultérieurement de ceux obtenus par

le modèle à effets aléatoires, ce qui explique le filtre de sélection précité. Les calculs ont été effectués à partir de la régression Poisson présentée au tableau 43 à la fin de cette section. Nous n'avons pas retenu le modèle binomial négatif pour pouvoir comparer nos résultats à ceux du modèle à effets aléatoires. La première colonne du tableau 39 indique la valeur moyenne des coefficients de bonus-malus issus des mali relatifs associés aux infractions relevées en 1995. Si n_{ij} est le nombre d'infractions de type j observées sur le véhicule i, le coefficient de malus relatif retenu pour le véhicule est égal à

$$\text{coeff}_i = \prod_{j=1}^{9} (1 + \text{malus}_j)^{n_{ij}}, \qquad (1)$$

où coeff_i désigne le malus relatif pour le véhicule i, et malus_j est le malus relatif pour l'infraction de type j ($j = 1, \ldots 9$: il y a 3 infractions de type transporteur, et 6 de type véhicule qui sont significatives dans la régression du tableau 43). Dans (1), $(1 + \text{malus}_j)$ est égal au risque relatif de l'infraction j calculée au tableau 43. Par exemple, considérons un véhicule i qui a accumulé une infraction transporteur pour surcharge et deux infractions CSU pour excès de vitesse. Son coefficient malus (coeff_i) est égal à 2,035, soit ($1{,}1343^1 \times 1{,}3394^2$). Un véhicule qui n'a pas accumulé d'infractions a un $\text{coeff}_i = 1$. Les moyennes calculées dans ce tableau sont pondérées par les primes fréquences. Ces primes fréquences pondèrent les véhicules des flottes en utilisant les résultats de la régression du tableau 44. Chaque véhicule a un poids égal à $e_i \times e^{x_i\beta}$ où e_i est le nombre de jours d'autorisation de circuler en 1996 divisé par 365 jours et $x_i\beta$ est la composante de régression. Les coefficients de bonus-malus sont ensuite divisés par la moyenne dans chaque tranche de taille de flotte, pour que leur moyenne soit ramenée à 1. Les coefficients divisés par les moyennes sont identifiés par bonmal_{ik} dans l'équation 3. Cette opération est nécessaire car des modèles à effets aléatoires fournissent toujours des tarifications équilibrées, et des coefficients de bonus-malus dont la moyenne est égale à un sur chaque classe de risque. Dans les deux dernières colonnes figurent les écarts-type des coefficients de bonus-malus ainsi normalisés, et calculés sur les véhicules ou en moyenne sur les flottes. Comme prévu, l'écart-type des coefficients calculés en moyenne sur les flottes diminue avec la taille, du fait de la diversification des risques.

Ce type de tarification serait licite s'il n'y avait pas d'hétérogénéité non observée spécifique aux flottes. Mais les résultats obtenus sur le fichier de la SAAQ montrent qu'il y en a. C'est ce que nous développons dans la section suivante, avant d'en tirer des conclusions en terme de prédiction des risques.

Tableau 39

DISPERSIONS INTER-FLOTTES ET TOTALES PAR TRANCHE DE TAILLE DES COEFFICIENTS DE BONUS-MALUS (INFRACTIONS DANS LE SCORE DE TARIFICATION)

	Coefficients (moyenne)	Ecart type véhicules	Ecart type flottes
[0-0,5[année-véhicule	1,088	0,254	0,251
[0,5-1,5[années-véhicule	1,070	0,198	0,194
[1,5-2,5[années-véhicule	1,078	0,227	0,172
[2,5-3,5[années-véhicule	1,078	0,213	0,138
[3,5-5,5[années-véhicule	1,083	0,209	0,117
[5,5-9,5[années-véhicule	1,096	0,299	0,156
[9,5-20,5[années-véhicule	1,087	0,249	0,110
[20,5-50,5[années-véhicule	1,063	0,176	0,059
[50,5-150,5[années-véhicule	1,059	0,175	0,052
[150,5-400,5[années-véhicule	1,041	0,138	0,023
400,5 années-véhicule et plus	1,021	0,111	0,020

7.2 Estimation du modèle à effets aléatoires sur le fichier des flottes de la SAAQ

Reprenons les notations de la note sur les effets aléatoires en annexe.

$$N_{fi} \sim P(\lambda_{fi} u_{fi}) \; ; \; f = 1, \ldots, F; \; i = 1, \ldots, m_f$$

est l'équation sur les nombres de sinistres déclarés en 1996. Dans l'échantillon des véhicules ayant circulé en 1995 et 1996, il y a $m = \sum_f m_f = 100048$ véhicules et $F = 43430$ flottes. L'effet fixe u_{fi} résume l'hétérogénéité sur le risque du véhicule qui n'est pas expliquée par les variables de tarification (qu'elles soient relatives à la flotte ou au véhicule). On pose

$$u_{fi} = r_f \, s_{fi},$$

de manière à décomposer l'hétérogénéité en une partie spécifique à la flotte, et une autre spécifique au véhicule.

Dans le modèle à effets aléatoires, les effets fixes sont la réalisation d'effets aléatoires $(R_f)_{f=1,...,F}$ et $(S_{fi})_{f=1,...,F;i=1,...,m_f}$.

Bien que les moments de ces effets aléatoires ne soient pas utilisés dans la prédiction (car celle-ci repose sur les infractions), nous donnons ci-après des estimateurs, et leur interprétation. On a

$$\widehat{V_{UU}}^1 = 1,104 = \frac{\sum_{f,i}\left[(n_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}})^2 - n_{fi}\right]}{\sum_{f,i}\widehat{\lambda_{fi}}^2} \longrightarrow CV^2(U) = \frac{V(U)}{E^2(U)},$$

où U est une variable aléatoire qui a la loi des $(U_{fi})_{f=1,...,F;i=1,...,m_f}$. On a ici une mesure de la dispersion de l'effet aléatoire (assez élevée par rapport aux résultats obtenus d'habitude sur les voitures et autres "véhicules terrestres à moteur"). Ici, $\widehat{\lambda_{fi}}$ représente la prime fréquence du véhicule i de la flotte f, calculée dans le modèle de tarification *a priori* (c'est-à-dire sans effets fixes ni aléatoires). La limite citée dans la formule précedente s'obtient de la même façon que les limites données dans la note sur les effets aléatoires.

Intéressons-nous à la décomposition de l'effet aléatoire comme produit d'effets spécifiques aux flottes et aux véhicules. On a d'abord

$$\widehat{V_{RR}}^1 = 0,237 = \frac{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} (n_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}})(n_{fi'} - \widehat{\lambda_{fi'}})}{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} \widehat{\lambda_{fi}}\,\widehat{\lambda_{fi'}}} \longrightarrow CV^2(R) = \frac{V(R)}{E^2(R)},$$

où R est une variable aléatoire qui a la loi des $(R_f)_{f=1,...,F}$, c'est-à-dire les effets spécifiques aux flottes. Il y a donc une hétérogénéité spécifique aux flottes. L'historique des sinistres d'un véhicule a un pouvoir prédictif sur la loi des sinistres de n'importe quel véhicule de la même flotte. Dès lors il est impensable de construire une tarification *a posteriori* sur les flottes en sommant des primes véhicules n'intégrant que l'historique du véhicule. Le signe positif de cet estimateur s'interprète comme une contagion positive observée sur les véhicules (les véhicules les plus risqués se regroupent plutôt dans les mêmes flottes, s'agissant du risque inexpliqué par les variables de tarification). On en déduit

$$\widehat{V_{SS}}^1 = \frac{\widehat{V_{UU}}^1 - \widehat{V_{RR}}^1}{1 + \widehat{V_{RR}}^1} = 0,701 \longrightarrow CV^2(S) = \frac{V(S)}{E^2(S)},$$

où S est une variable aléatoire qui a la loi des $(S_{fi})_{f=1,\ldots,F;i=1,\ldots,m_f}$, c'est-à-dire les effets spécifiques aux véhicules. L'hétérogénéité résiduelle spécifique aux véhicules est ici sensiblement plus importante que celle spécifique aux flottes.

Intégrons maintenant l'équation relative aux infractions relevées en 1995. Avec les notations de la note sur les effets aléatoires, on note

$$INF_{fi} \sim P(\tau_{fi} t_{fi}); t_{fi} = p_f q_{fi},$$

pour l'équation du nombre d'infractions et pour les effets fixes. Les estimateurs des moments d'effets aléatoires utiles pour la prédiction sont

$$\widehat{V_{UT}}^1 = 0,433 = \frac{\sum_{f,i} \left(N_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}}\right)\left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)}{\sum_{f,i} \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi}}} \rightarrow \frac{Cov(U,T)}{E(U)E(T)}.$$

Cet estimateur mesure le pouvoir prédictif (sur un principe de révélation) de l'historique des infractions d'un véhicule sur la loi du nombre des sinistres de ce véhicule.

$$\widehat{V_{RP}}^1 = 0,115 = \frac{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} \left(N_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}}\right)\left(INF_{fi'} - \widehat{\tau_{fi'}}\right)}{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi'}}} \rightarrow \frac{Cov(R,P)}{E(R)E(P)}.$$

Cet estimateur, relatif aux effets aléatoires spécifiques à la flotte, mesure le pouvoir prédictif de l'historique des infractions d'un véhicule sur la loi du nombre des sinistres de n'importe quel véhicule de la même flotte.

$$\widehat{V_{PP}}^1 = 0,456 = \frac{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} \left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)\left(INF_{fi'} - \widehat{\tau_{fi'}}\right)}{\sum_f \sum_{i,i' \in f/i \neq i'} \widehat{\tau_{fi}}\widehat{\tau_{fi'}}} \rightarrow CV^2(P) = \frac{V(P)}{E^2(P)}.$$

Cet estimateur mesure le pouvoir prédictif de l'historique des infractions d'un véhicule sur la loi du nombre des infractions de n'importe quel véhicule de la même flotte.

$$\widehat{V_{TT}}^1 = 1,252 = \frac{\sum_{f,i} \left[\left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)^2 - \widehat{\tau_{fi}}\right]}{\sum_{f,i} \widehat{\tau_{fi}}^2} \rightarrow CV^2(T) = \frac{V(T)}{E^2(T)}. \quad (2)$$

Enfin, cet estimateur mesure le pouvoir prédictif de l'historique des infractions d'un véhicule sur la loi du nombre des infractions de ce même véhicule.

7.3 Tarification sur la base du modèle à effets aléatoires, et comparaison avec les résultats précédents

A partir de ces estimateurs et des formules de prédiction données dans le modèle en annexe sur les effets aléatoires, on calcule des coefficients de bonus-malus sur chaque véhicule de l'échantillon, puis sur chaque flotte en faisant des moyennes. Une prévision du risque se doit d'intégrer un turnover anticipé sur les flottes, car le coefficient de bonus-malus d'un véhicule dépend du fait qu'on ait observé ou non ce véhicule dans le passé. Dans le tableau 40 qui suit figurent des dispersions de coefficients de bonus-malus calculés en moyenne sur les flottes. Deux scénarii extrêmes ont été retenus.

- Dans le scénario pessimiste, il y a un turnover de 100%. L'historique de la flotte ne peut être utilisé que pour prédire les effets spécifiques à la flotte.
- Dans le scénario optimiste, il y a un turnover de 0%. Les effets spécifiques aux véhicules peuvent également être prédits par l'historique. La réalité se situe entre les deux.

Tableau 40

DISPERSIONS INTER-FLOTTES DES COEFFICIENTS DE BONUS-MALUS PAR TRANCHE DE TAILLE
(MODELES A EFFETS ALEATOIRES, TURNOVER EGAL A 100 OU 0%)

écart-type des coefficients	turnover=100%	turnover=0%
[0-0,5[année-véhicule	0,056	0,204
[0,5-1,5[années-véhicule	0,049	0,169
[1,5-2,5[années-véhicule	0,070	0,159
[2,5-3,5[années-véhicule	0,086	0,159
[3,5-5,5[années-véhicule	0,093	0,149
[5,5-9,5[années-véhicule	0,128	0,176
[9,5-20,5[années-véhicule	0,166	0,198
[20,5-50,5[années-véhicule	0,190	0,209
[50,5-150,5[années-véhicule	0,145	0,150
[150,5-400,5[années-véhicule	0,147	0,149
400,5 années-véhicule et plus	0,236	0,237

On constate que le taux de turnover joue un rôle important pour les petites flottes, mais que ce rôle devient négligeable pour les flottes importantes. La dispersion des coefficients de bonus-malus augmente globalement avec la taille de la flotte quand on ne prédit que les effets spécifiques aux flottes (turnover=100%), ce qui n'est pas le cas quand les flottes sont fermées. La raison est donnée dans l'annexe sur les effets aléatoires: l'augmentation de la révélation du risque spécifique aux flottes est contrebalancée par la compensation des risques sur les véhicules.

Étudions le rapport entre les dispersions obtenues dans ce tableau pour les coefficients de bonus-malus relatifs aux flottes et celles issues du tableau 39. Ce rapport croît avec la taille de la flotte, comme l'indique le tableau suivant. On y trouve des rapports d'écarts-type de cofficients de bonus-malus calculés en moyenne sur les flottes. Au numérateur figurent ceux du tableau 40 (on distingue les deux scenarii: turnover=0% ou 100%). Au dénominateur du rapport se trouvent les coefficients, calculés au niveau des flottes, du tableau 39.

Tableau 41

RAPPORTS ENTRE ECARTS-TYPE DES COEFFICIENTS DE BONUS-MALUS FLOTTES OBTENUS EN RAPPROCHANT LES DEUX TABLEAUX PRECEDENTS

rapports des écarts-type	turnover=100%	turnover=0%
[0-0,5[année-véhicule	0,22	0,81
[0,5-1,5[années-véhicule	0,25	0,87
[1,5-2,5[années-véhicule	0,41	0,92
[2,5-3,5[années-véhicule	0,62	1,15
[3,5-5,5[années-véhicule	0,80	1,27
[5,5-9,5[années-véhicule	0,82	1,13
[9,5-20,5[années-véhicule	1,51	1,80
[20,5-50,5[années-véhicule	3,22	3,54
[50,5-150,5[années-véhicule	2,79	2,89
[150,5-400,5[années-véhicule	6,39	6,48
400,5 années-véhicule et plus	11,80	11,85

La prédiction par effets aléatoires est plus satisfaisante, car elle tient compte des effets spécifiques à la flotte. On peut reconstituer à partir de la tarification du tableau 39 (reposant sur les seuls historiques véhicule) un système bonus-malus avec la même dispersion que celui issu du tableau 40, en procédant de la façon suivante. Pour la tranche de taille numéro k, soit

$$\text{dilat}_k = \frac{\text{écart-type inter-flottes (modèles à effets aléatoires)}}{\text{écart-type inter-flottes (infractions dans le score)}}$$

le rapport des deux écarts-type précités pour les véhicules se rattachant à une flotte dans cette tranche de taille. C'est précisément ce que calcule le tableau 41. Pour un véhicule i dans la tranche de taille k, soit bonmal_{ik} le coefficient calculé à partir des mali relatifs et égal à un en moyenne pour chaque tranche de taille. Les coefficients transformés des véhicules de la tranche de taille k obtenus par la formule

$$\text{coeff}_{ik} = 1 + (\text{dilat}_k\,(\text{bonmal}_{ik} - 1)) \qquad (3)$$

restent égaux à un en moyenne dans chaque tranche de taille, et ont le même écart-type inter-flotte dans chaque tranche de taille que ceux issus du modèle à effets aléatoires. Ce coefficient ressemble au coefficient de réduction-majoration présenté par certains assureurs.

Prenons un exemple. Soit une flotte évaluée à 30 années-véhicule pour l'année à venir, et pour laquelle on anticipe un turnover de 20%. Cette flotte est dans la tranche 21 à 50 années-véhicule, tranche pour laquelle on a des écarts-type flotte égaux à 0,059 d'une part, 0,190 et 0,209 d'autre part. Le premier chiffre est tiré du tableau 39, les deux suivants du tableau 40 (modèles à effets aléatoires, turnover égal à 100% ou 0%). Les coefficients de dilatation associés sont égaux à $0,190/0,059 \simeq 3,22$; $0,209/0,059 \simeq 3,54$. Ils sont donnés dans le tableau 41. S'il y a 20% de turnover anticipé, on pourra retenir pour cette flotte un coefficient de dilatation de $(0,2 \times 3,22) + (0,8 \times 3,54) = 3,48$. On appliquera la transformation donnée en (3) aux coefficients issus de la formule (1), et dûment moyennés.

Par exemple, nous avons calculé un coefficient ($coeff_i$) bonus relatif de 2,035 pour un véhicule ayant accumulé une infraction transporteur et deux infractions CSU. Supposons que ce véhicule soit dans la tranche de flottes 21 à 50 années-véhicules, qui a une moyenne de 1,063. Par conséquent, son coefficient normalisé $bonmal_{ik}$ est égal à $2,035/1,063 = 1,914$. Son $coeff_{ik}$ est donc égal à $1 + (3,48\ (0,914)) = 4,18$.

On peut atténuer la dispersion des coefficients pour les grandes flottes en remarquant que la variance des effets aléatoires a tendance à diminuer avec la taille de la flotte. En scindant la population en deux (avec un seuil à 50 années-véhicule), les estimateurs présentés au début de cette note et dans celle en annexe sont égaux à

	moins de 50 années-véhicule	plus de 50 années-véhicule
$\widehat{V_{UT}}^1$	0,463	0,204
$\widehat{V_{RP}}^1$	0,212	0,078
$\widehat{V_{PP}}^1$	0,648	0,310
$\widehat{V_{TT}}^1$	1,279	0,785

Avec ces valeurs et une prédiction par crédibilité linéaire, on obtient les valeurs suivantes pour les écarts-type des coefficients de malus relatifs.

Tableau 42

DISPERSIONS INTER-FLOTTES DES COEFFICIENTS DE MALUS RELATIFS PAR TRANCHE DE TAILLE
(MODELES A EFFETS ALEATOIRES, TURNOVER EGAL A 100 OU 0%)

écart-type des coefficients	turnover=100%	turnover=0%
[0-0,5[année-véhicule	0,102	0,218
[0,5-1,5[années-véhicule	0,089	0,182
[1,5-2,5[années-véhicule	0,123	0,191
[2,5-3,5[années-véhicule	0,147	0,201
[3,5-5,5[années-véhicule	0,156	0,196
[5,5-9,5[années-véhicule	0,204	0,237
[9,5-20,5[années-véhicule	0,253	0,274
[20,5-50,5[années-véhicule	0,280	0,292
[50,5-150,5[années-véhicule	0,136	0,138
[150,5-400,5[années-véhicule	0,140	0,141
400,5 années-véhicule et plus	0,226	0,227

Logiquement, ces écarts-type sont plus élevés que ceux du tableau 40 pour les petites flottes, et plus faibles pour les grandes flottes. On peut caler la tarification issue du tableau sur celle-ci en procédant comme précédemment.

Tableau 43
Modèle de Poisson avec infractions

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,6722	-24,710	<,000	
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0281	-6,694	<,000	0,9723
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0808	0,723	,470	1,0842
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0252	-0,373	,709	0,9751
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,4873	3,916	<,000	1,6279
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	-0,5766	-2,464	,014	0,5618
Transport par autobus	-0,6845	-2,851	,004	0,5043
Camionnage public général	0,1916	3,311	,001	1,2112
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	0,0022	0,047	,962	1,0022
Entreprise de location à court terme	0,2826	4,065	<,000	1,3266
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	0,0468	0,406	,685	1,0479
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0441	1,207	,227	1,0451
3 années-véhicules	0,1056	2,498	<,012	1,1114
4 à 5 années-véhicules	0,2757	7,422	<,000	1,3174
6 à 9 années-véhicules	0,3308	8,968	<,000	1,3921
10 à 20 années-véhicules	0,3863	11,000	<,000	1,4715
21 à 50 années-véhicules	0,4004	10,690	<,000	1,4924
51 à 150 années-véhicules	0,4966	12,647	<,000	1,6431
151 à 400 années-véhicules	0,2123	4,060	<,000	1,2365
Plus de 400 années-véhicules	0,5437	9,373	<,000	1,7223
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0008	-7,948	<,000	0,9992
Nombre d'infractions de type transporteur condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour surcharge	0,1260	5,258	<,000	1,1343
Pour dimension excédentaire	-0,0321	-0,153	,878	0,9684
Pour arrimage inadéquat	0,1976	1,991	,047	1,2184
Pour transport de matières dangereuses	-0,0294	-0,177	,859	0,9710
Pour non respect des heures de conduite	-0,0405	-0,223	,823	0,9603
Pour non respect de la vérification mécanique	0,1930	2,399	,016	1,2129
Pour autres raisons	0,1501	0,644	,519	1,1619

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,0878	-1,010	,313	0,9160
3 401 à 3 870 kg	-0,0695	-0,807	,420	0,9329
3 871 à 5 030 kg	-0,2123	-4,044	< ,000	0,8087
5 031 à 6 220 kg	-0,1988	-4,372	< ,000	0,8197
6 221 à 7 040 kg	-0,1032	-2,500	,012	0,9019
7 041 à 7 620 kg	-0,2368	-5,544	< ,000	0,7892
7 621 à 8 140 kg	-0,1080	-2,604	,009	0,8977
8 141 à 8 850 kg	-0,1260	-3,035	,002	0,8816
8 851 à 10 620 kg	-0,0830	-2,077	,038	0,9204
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	0,2327	1,644	,100	1,2620
Utilisation commerciale avec permis de court terme	-1,5000	-5,668	< ,000	0,2231
Utilisation commerciale sans permis de la C.T.Q.	-0,0677	-1,434	,152	0,9346
Transport de biens autre que « vrac »	-0,1352	-2,322	,020	0,8736
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,4741	-14,336	< ,000	0,6225
Autres	-0,5482	-3,030	,002	0,5780
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,3416	-1,177	,239	0,7106
1 à 5 cylindres	0,1813	2,150	,032	1,1988
6 à 7 cylindres	0,3454	11,213	< ,000	1,4126
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	0,6076	8,578	< ,000	1,8360
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,2498	-3,127	,002	0,7789
Plus de 4 000 kg	-0,2493	-7,615	< ,000	0,7793
3 essieux	-0,2659	-7,942	< ,000	0,7665
4 essieux	-0,2917	-6,297	< ,000	0,7470
5 essieux	-0,2791	-7,783	< ,000	0,7565
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'infractions CSU condamnées par véhicule commises en 1995				
Pour excès de vitesse	0,2922	13,718	< ,000	1,3394
Pour conduite durant sanction	0,1969	2,117	,034	1,2176
Pour omission de se conformer à un feu rouge	0,4554	8,046	< ,000	1,5767
Pour panneau d'arrêt ou signaux d'agent	0,3703	5,855	< ,000	1,4481
Pour omission de porter la ceinture	0,2788	4,569	< ,000	1,3215
Autres infractions	0,3777	3,926	< ,000	1,4590
Log de la vraisemblance	-35 813,04			
Nombre de véhicules	100 048			

Tableau 44
Modèle de Poisson sans infractions

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Constante	-1,5809	-23,603	<,000	0,2058
Nombre d'années en tant que transporteur au 31 décembre 1996	-0,0301	-7,191	<,000	0,9703
Date de début du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,0563	0,503	,615	1,0579
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de fin du transporteur entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	-0,0190	-0,281	,779	0,9812
Non	Catégorie de référence			1,0000
Date de la fusion de l'entreprise entre le 1 janvier et le 31 décembre 1996				
Oui	0,4680	3,769	<,000	1,5968
Non	Catégorie de référence			1,0000
Secteur d'activité en 1996				
Inconnu	-0,5864	-2,506	,012	0,5563
Transport par autobus	-0,6933	-2,888	,004	0,4999
Camionnage public général	0,1897	3,281	,001	1,2089
Camionnage public en vrac	Catégorie de référence			1,0000
Camionnage pour compte propre	-0,0015	-0,033	,974	0,9984
Entreprise de location à court terme	0,3287	4,746	<,000	1,3891
Taille de la flotte en 1996 (années-véhicules)				
Moins de 0,5 année-véhicule	0,0556	0,482	,629	1,0572
1 année-véhicule	Catégorie de référence			1,0000
2 années-véhicules	0,0556	1,524	,127	1,0572
3 années-véhicules	0,1187	2,808	,005	1,1260
4 à 5 années-véhicules	0,2880	7,763	<,000	1,3338
6 à 9 années-véhicules	0,3499	9,499	<,000	1,4189
10 à 20 années-véhicules	0,3975	11,329	<,000	1,4882
21 à 50 années-véhicules	0,3918	10,459	<,000	1,4796
51 à 150 années-véhicules	0,4844	12,342	<,000	1,6231
151 à 400 années-véhicules	0,1660	3,177	,001	1,1806
Plus de 400 années-véhicules	0,5096	8,791	<,000	1,6646
Nombre de jours où l'autorisation de circuler est active en 1995	-0,0301	-7,191	<,000	0,9994

Variables explicatives	Coefficient	Statistique t	P	Risque relatif
Masse nette du véhicule				
3 000 à 3 400 kg	-0,0851	-0,981	,327	0,9184
3 401 à 3 870 kg	-0,0591	-0,688	,492	0,9426
3 871 à 5 030 kg	-0,2111	-4,030	< ,000	0,8097
5 031 à 6 220 kg	-0,2044	-4,499	< ,000	0,8152
6 221 à 7 040 kg	-0,1055	-2,560	,010	0,8999
7 041 à 7 620 kg	-0,2459	-5,770	< ,000	0,7820
7 621 à 8 140 kg	-0,1079	-2,609	,009	0,8977
8 141 à 8 850 kg	-0,1218	-2,940	,003	0,8853
8 851 à 10 620 kg	-0,0831	-2,083	,037	0,9203
Plus de 10 620 kg	Catégorie de référence			1,0000
Type d'utilisation du véhicule				
Ambulancier	0,0983	0,696	,486	1,1033
Utilisation commerciale avec permis de court terme	-1,6065	-6,074	< ,000	0,2006
Utilisation commerciale sans permis de la C.T.Q.	-0,1233	-2,637	,008	0,8840
Transport de biens autre que « vrac »	-0,1875	-3,236	,001	0,8290
Transport de matières en « vrac »	Catégorie de référence			1,0000
Type de carburant				
Diesel	Catégorie de référence			1,0000
Essence	-0,5005	-15,160	< ,000	0,6062
Autres	-0,5660	-3,128	,002	0,5678
Nombre de cylindres				
Inconnu	-0,3550	-1,223	,221	0,7011
1 à 5 cylindres	0,1814	2,152	,031	1,1989
6 à 7 cylindres	0,3620	11,787	< ,000	1,4362
8 ou plus de 10 cylindres	Catégorie de référence			1,0000
Nombre d'essieux				
Ne s'applique pas	0,5806	8,199	< ,000	1,7872
2 essieux				
3 000 à 4 000 kg	-0,2879	-3,614	< ,000	0,7498
Plus de 4 000 kg	-0,3002	-9,293	< ,000	0,7406
3 essieux	-0,3334	-10,142	< ,000	0,7163
4 essieux	-0,3464	-7,525	< ,000	0,7072
5 essieux	-0,3331	-9,376	< ,000	0,7167
6 essieux ou plus	Catégorie de référence			1,0000

8. Conclusion de la partie 2

Dans cette partie de l'étude, nous avons abordé la difficile question de la tarification des flottes de véhicules. Contrairement au cas des conducteurs individuels, le bonus-malus d'une flotte ne peut pas vraiment être réduit à une somme des bonus-malus des infractions. Il doit tenir compte de la taille des flottes, qui reflète la diversification des risques. Le niveau réel de risque d'une flotte se révèle plus précisément lorsque la taille de la flotte est élevée. L'évolution temporelle (ou le *turnover*) de la taille de la flotte doit aussi être prise en compte.

Ces constatations théoriques nous ont obligés à modifier quelque peu notre modélisation initiale de distribution des accidents présentée dans la première partie du rapport. En particulier, nous avons dû considérer des modèles à effets aléatoires qui pouvaient prendre en compte les hétérogénéités non observables des effets des véhicules et des effets des flottes. Nous avons vérifié que les effets des flottes non observés sont importants. La formule de calcul des risques des flottes retenue donne un poids à cette hétérogénéité non observée des flottes. Cette formule est égale pour chaque véhicule i de la tranche de taille de véhicules k à :

$$\text{coeff}_{ik} = 1 + (\text{dilat}_k\,(\text{bonmal}_{ik} - 1))$$

où bonmal_{ik} est le malus relatif du véhicule i divisé par la moyenne de sa tranche de taille de flotte k pour que la moyenne de la variable bonmal_{ik} soit égale à 1. La valeur de coeff_{ik} est inférieure à un pour un véhicule qui n'a pas accumulé d'infractions car bonmal_{ik} est inférieur à un. Pour un coefficient de taille de flotte donné (dilat_k), un véhicule qui accumule plusieurs points aura un coeff_{ik} élevé. Par contre, deux véhicules ayant des bonmal_{ik} égaux mais faisant partie de flottes de tailles différentes auront des coeff_{ik} différents. En particulier, les véhicules de flottes de tailles élevées auront des coefficients dilat_k plus élevés et donc des coeff_{ik} plus élevés. Mais ils auront aussi des bonus plus élevés (ou des malus relatifs plus faibles lorsqu'ils n'auront pas d'infractions. Par exemple, un véhicule sans infraction dans la tranche de plus de 400 véhicules-années aura un coeff_{ik} de 0,754 alors qu'un véhicule dans la tranche 20-50 véhicules-années aura un $\text{coeff}_{ik} = 0{,}80$). Comme déjà expliqué, ce résultat est dû au fait que les risques des grandes flottes sont plus diversifiés.

Annexes

ANNEXE I

Liste des variables avec leur description

V_TRANSPORTEUR: Contient toutes les informations sur les transporteurs routiers

Liste des variables	Description des variables
nip	Le numéro d'identification
tra_2 : dat_crea_trans	Date à laquelle le dossier transporteur a été créé; par le chargement initial, par la première infraction du transporteur, suite à une fusion d'entreprises, extraction mensuelle des véhicules éligibles au « sctr » ou par la création d'un événement quelconque au dossier transporteur
tra_3 : dat_proch_activ_trans	Date de la prochaine intervention automatique pour le dossier; soit périmer ou épurer une infraction ou épurer un avis
tra_4 : nb_point_actif	Nombre de points total des infractions qui ne participent pas à un avis de pénalité
tra_5 : nb_infra_activ	Nombre d'infractions non périmées et non annulées, dont au moins un point ne participe pas à une pénalité, actuellement au dossier du transporteur
tra_7 : indic_prop	Indique si un transporteur possède des véhicules « propriétaire unique »: O oui N non
tra_8 : indic_ltair_long_t	Identifie si le transporteur loue des véhicules à long terme (lien de propriété « lta »): O oui N non
tra_9 : indic_deten_ctq	Identifie si le transporteur est détenteur d'un permis « CTQ »
tra_10 : indic_lteur_long_terme	Identifie si le transporteur est un locateur à long terme: O oui N non
tra_11 : indic_ltair_cour_terme	Identifie si le transporteur loue des véhicules à court terme: O oui N non
tra_12 : indic_vture_remor	Identifie si le transporteur utilise les services d'un voiturier remorqueur: O oui N non
tra_13 : sta_trarou	Indique l'activité d'un transporteur routier: Statut — Description 1 — actif 2 — inactif 3 — dossier ouvert par erreur
tra_14 : dat_modif_sta_tra	Indique la date à laquelle le statut du mandataire a changé
tra_15 : nb_veh_long_terme	Représente le nombre de véhicules attribués au transporteur en tant que propriétaire ou locataire à long terme
tra_16 : nb_veh_court_terme	Représente le nombre de véhicules attribués au transporteur en tant que locataire à court terme ou expéditeur utilisant les services de voituriers remorqueurs
tra_17 : cote_trans	La cote est le résultat obtenu suite à une analyse des informations concernant les infractions et accidents d'un transporteur Cote — Signification " " — indéterminé "1" — conforme "2" — non-conforme
tra_18 : nb_bus_prop	On conserve dans cet élément de donnée le nombre d'autobus propriété du transporteur via ses différents dossiers d'immatriculation (extraction mensuelle)
tra_19 : nb_camion_prop	On conserve dans cet élément de donnée le nombre de camions appartenant au transporteur via ses différents dossiers d'immatriculation (extraction mensuelle)
tra_20 : nb_rem	On conserve dans cet élément de donnée le nombre de remorques associées au transporteur via ses différents dossiers d'immatriculation (extraction mensuelle)

Liste des variables	Description des variables
tra_21 : grp_jurid_trans	Cet élément emprunté au fichier central des entreprises est un code numérique de trois chiffres qui identifie le mode de constitution de l'entreprise. Dans le cas des corporations, il réfère au chapitre de la loi en vertu de laquelle l'entreprise a été constituée
tra_22 : indic_sect_public	Cet élément indique si une entreprise en est une du secteur public et si oui de quel type Code — Description GG — gouvernementale PG — para-gouvernementale " " — non-gouvernementale
tra_23 : cod_activ_econo_1 tra_24 : cod_activ_econo_2 tra_25 : cod_activ_econo_3 tra_26 : cod_activ_econo_4	Cet élément est emprunté du fichier central des entreprises. Le personnel du fichier central utilise le manuel « classification des activités économiques du Québec » pour déterminer les codes d'activités qui s'appliquent à chacune des entreprises. Ces codes composés de quatre chiffres, identifient la nature des activités de l'entreprise et deviennent un critère important lors de la production des listes informatiques. Par exemple, si l'on retrouve le code 9211 dans la première occurrence, cela signifie que l'activité principale de l'entreprise est la restauration. Si d'autres codes figurent dans les autres occurrences, ils indiquent d'autres activités exercées par l'entreprise. Les activités se retrouvent à l'intérieur de quatre secteurs, soit le secteur primaire (domaine des activités productrices de matières non transformées), le secteur secondaire (domaine des activités de matières transformées), le secteur tertiaire (domaine comprenant toutes les activités non directement productrices de biens de consommation) et le secteur quaternaire (domaine de la nouvelle technologie) lequel n'est pas défini présentement

Nom du secteur	Activités		Codes
primaire	A	Agriculture	0100-0232
	B	Pêche et piégeage	0310-0339
	C	Exploitation forestière	0410-0511
	D	Mines et pétroles	0610-0929
secondaire	E	Industries manufacturières	101x-399x
tertiaire	F	Construction	4010-4499
	G	Transport et entreposage	4510-4799
	H	Communication et services publics	4810-4999
	I	Commerce en gros	5010-5999
	J	Commerce au détail	6010-6921
	K	Intermédiaires financiers et assureurs	7010-7499
	L	Services immobiliers & agences d'assurances	7510-7612
	M	Services aux entreprises	7710-7799
	N	Services gouvernementaux	8110-8411
	O	Services d'enseignement	8510-8591
	P	services de santé et services sociaux	8610-8699
	Q	Hébergement et restauration	9110-9221
	R	Autres services	9610-9999

tra_27 : cod_nb_emplo_que	Cet élément provenant du fichier central des entreprises indique un code qui correspond au nombre d'employés qui travaillent pour l'entreprise au Québec

Code	Équivalence
A	entre 1 et 5
B	entre 6 et 10
C	entre 11 et 25
D	entre 26 et 49
E	entre 50 et 99
F	entre 100 et 249
G	entre 250 et 499
H	entre 500 et 749
I	entre 750 et 999
J	entre 1000 et 2499
K	entre 2500 et 4999
L	5000 et plus
O	aucun
P	entre 1 et 10

Liste des variables	Description des variables
tra_28 : cod_nb_emplo_can	Cet élément provenant du fichier central des entreprises indique un code qui correspond au nombre d'employés qui travaillent pour l'entreprise au Canada Code — Équivalence A — entre 1 et 5 B — entre 6 et 10 C — entre 11 et 25 D — entre 26 et 49 E — entre 50 et 99 F — entre 100 et 249 G — entre 250 et 499 H — entre 500 et 749 I — entre 750 et 999 J — entre 1000 et 2499 K — entre 2500 et 4999 L — 5000 et plus O — aucun P — entre 1 et 10
tra_29 : indic_prove_fusio	Cet indicateur permet d'identifier si une entreprise de transport provient (création) de la fusion d'autres entreprises. (activité de fusion du système « gdu » qui est répercutée par le système de contrôle des transporteurs routiers « sctr ») Indicateur — Signification O — oui (provient d'une fusion) N — non (ne provient pas d'une fusion)
tra_30 : nb_bus_ltair	On conserve dans cet élément de donnée le nombre d'autobus loué à long terme par le transporteur via ses différents dossiers d'immatriculation (extraction mensuelle)
tra_31 : nb_cmion_ltair	On conserve dans cet élément de donnée le nombre de camion loué à long terme par le transporteur via ses différents dossiers d'immatriculation (extraction mensuelle)
tra_32 : annee_fabri_flot	On conserve dans cet élément de donnée l'année moyenne de fabrication des véhicules (loués à long terme et propriété du transporteur, camion et autobus) détenus par le transporteur
tra_33 : sect_activ_econo	Indique le secteur d'activité économique d'un transporteur routier Secteur — Nom du secteur d'activité économique "01" — transport en commun urbain "02" — transport en commun interurbain "03" — transport par autobus scolaire "04" — transport de personnes avec autobus privé "05" — camionnage public général "06" — camionnage public en vrac "07" — camionnage pour compte propre "08" — entreprise de location à court terme
tra_34 : indic_chang_flo_1 tra_35 : indic_chang_flo_2	Indique qu'il y a eu changement de la catégorie de la flotte du transporteur durant la période incluse entre le 1er avril et le 31 mars de l'année précédente Code — Description O — oui N — non

V_FUSION:

Liste des variables	Description des variables
nip	Le numéro d'identification
fus_1 : no_fusio	Le numéro de fusion sert à identifier de façon unique, un événement de fusion, au cours duquel un ou plusieurs dossiers-personnes ont été fusionnés à un dossier résultant.
fus_4 : no_trait	Identifiant associé à chaque traitement principal, répétitif ou interne, sujet à la journalisation, il peut s'agir du numéro de traitement ou du numéro de transaction de service
fus_5 : dat_deman_oper_fusio	Identifie la date à laquelle une demande d'opération de réalisation de fusion a été demandée par l'usager au système informatique à la SAAQ
fus_6 : dat_fin_oper_fusio	Identifie la date à laquelle l'opération de fusion s'est terminée à la SAAQ

Liste des variables	Description des variables
fus_7 : dat_deman_oper_annul	Identifie la date à laquelle une demande d'opération d'annulation de fusion a été demandée par l'usager au système informatique
fus_8 : dat_fin_oper_annul	Identifie la date à laquelle l'opération d'annulation de fusion s'est terminée
fus_9 : dat_cessa_oper	Date à laquelle une entreprise cesse ses opérations (date réelle de la fusion)
fus_10 : dat_trait_oper_fusion	Date traitement opération fusion
fus_11 : sta_fusio	Décrit l'état dabs lequel se situe un événement de fusion. En bref, une fusion peut être en cours, terminée, en cours d'annulation ou annulée FT : fusion terminée FF : en cours de fusion – régularisation automatique à faire FE : en cours de fusion – régularisation automatique effectuée AT : annulation terminée AF : en cours d'annulation – régularisation automatique à défaire AE : en cours d'annulation – régularisation automatique défaite
fus_12 : typ_fusio	Indique la raison pour laquelle un événement de fusion a été effectué A : appariement de dossier (décision administrative) E : dossier ouvert par erreur F : fusion d'entreprises C : demande de correction d'erreur en provenance du F.C.E. V : génération de la fusion causée par la conversion (en 1991)
fus_14 : sta_fusio_gel_permi	Identifie pour le secteur « Permis » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_15 : sta_fusio_gel_susp	Identifie pour le secteur « Suspension » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_16 : sta_fusio_gel_med	Identifie pour le secteur « Médical » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_17 : sta_fusio_prp	Identifie pour le secteur « PRP »l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé

Liste des variables	Description des variables
fus_18 : sta_fusio_cc	Identifie pour le secteur « compte-client » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_19 : sta_fusio_trans_rout	Identifie pour le secteur « transporteur routier » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_20 : sta_fusio_immat	Identifie pour le secteur « Immatriculation » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_21 : sta_fusio_crec	Identifie pour le secteur « commerçant-recycleur » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_22 : sta_fusio_gdu	Identifie pour le secteur « G.D.U. »l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_23 : sta_fusio_vrin_mecan	Identifie pour le secteur « vérification mécanique » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé

Liste des variables	Description des variables
fus_24 : sta_fusio_doss_trans	Identifie pour le secteur « dossier transporteur » l'état de la fusion par rapport à ce secteur, spécifiquement : Processus de régularisation automatique et/ou manuelle à préciser N : non applicable (aucune régularisation) F : automatique N/A, manuel à faire T : automatique N/A, manuel terminé A : automatique terminé, manuel à faire E : automatique terminé, manuel N/A X : automatique terminé, manuel terminé
fus_25 : no_ident_rsult	Identifie le numéro d'identification qui résulte d'un événement d'une fusion
fus_26 : ctr_ident_fsion	Indique le nombre de dossiers-personnes qui ont été fusionnés lors d'un événement de fusion
fus_27 : nip	Identifie le numéro d'identification qui a été fusionné lors d'un événement de fusion
fus_28 : sta_doss_fusio	Élément servant à identifier l'état du dossier A : actif E : inactif – émigration D : fermé – décès F : fermé – cessation d'opérations C : actif – sous-curatelle T : actif – sous-tutelle X : faillite H : fusion dossier Y : appariement dossier Z : transfert dossier R : annulation RAAQ N : non-résident
.....	.....
fus_53 : nip	Identifie le numéro d'identification qui a été fusionné lors d'un événement de fusion
fus_54 : sta_doss_pers	Élément servant à identifier l'état du dossier A : actif E : inactif – émigration D : fermé – décès F : fermé – cessation d'opérations C : actif – sous-curatelle T : actif – sous-tutelle X : faillite H : fusion dossier Y : appariement dossier Z : transfert dossier R : annulation RAAQ N : non-résident

V_AUTORISATION Contient les autorisations de circuler de tous les véhicules de la base « idms »

Liste des variables	Description des variables
nip	Le numéro d'identification
autor_1 : dat_deb_autor	Cette date correspond à la date de la toute première émission d'une autorisation (à ne pas confondre avec date-délivrance-autorisation)
autor_2 : dat_expir_autor	Date à laquelle une autorisation cesse d'être en vigueur
autor_3 : dat_annul_autor	Identifie la date à laquelle une autorisation a cessé d'être valide, pour une raison autre que l'expiration de celle-ci
autor_4 : dat_avis_paiem	Date à laquelle l'avis de renouvellement a été produit par la Société ou date à laquelle l'avis de paiement a été produit par la Société, avec le nouveau projet renouvellement anticipé débutant au mois de novembre 1991

Liste des variables	Description des variables
autor_5 : nb_dupl	Indique le nombre de duplicata émis pour une autorisation
autor_6 : sta_autor	Élément identifiant qu'une autorisation est active ou inactive (ainsi que la raison de l'inactivité) Description des valeurs A Active R Remise X Annulée E Enregistrée par erreur administrative P Inactive, transfert partie absente effectue, privilège non remboursé
autor_8 : typ_utiln	Cet élément identifie l'usage d'un véhicule demandé par un client. Il précise ce pourquoi un « droit » de circuler a été émis: Description des valeurs: **La liste des valeurs avant 89-01-01** ***Pour le transport de personnes*** cprpe Transport de personnes avec rémunération (autobus loué à court terme) dpecp Transport écoliers avec permis CTQ et véhicule loué non réglementé dprec Transport écoliers avec un véhicule loué non réglementé dprha Transport de personnes handicapées avec rémunération (déréglementé) dprpe Transport de personnes avec rémunération (véhicule loué non réglementé) tpecp Transport d'écoliers avec permis CTQ (voyageur) tprec Transport d'écoliers tprha Transport de personnes handicapées avec rémunération tprpe Transport de personnes avec rémunération tprta Transport de personnes avec rémunération (taxi) tprts Transport de personnes spécialisé (ministre) avec rémunération tpsau Transport de personnes (autre qu'écoliers) sans rémunération ***Pour le transport de biens*** ctbsg Transport des biens sans rémunération avec véhicule à louer à court terme dbgvd Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (général, vrac et déchets) dbrdc Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (déchets) dbrdg Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (général, déchets) dbrgl Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (général et lait) dbrgn Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (général) dbrgv Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (général et vrac) dbrla Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (lait) dbrvr Transport des biens avec véhicule loué non réglementé (vrac) dbsge Transport des biens avec véhicule loué non réglementé tbgvd Transport des biens avec rémunération (général, vrac et déchets) tbrdc Transport des biens avec rémunération (déchets) tbrdg Transport des biens avec rémunération (général, déchets) tbrgl Transport des biens avec rémunération (général et lait) tbrgn Transport des biens avec rémunération (général) tbrgv Transport des biens avec rémunération (général et vrac) tbrla Transport des biens avec rémunération (lait) tbrrc Transport général avec réciprocité autre que eciv et moyennant rémunération tbrvr Transport des biens avec rémunération (vrac) tbrvd Transport des biens avec rémunération (vrac et déchets) tbsge Transport des biens avec rémunération ***Pour les autres utilisations possibles*** ambul ambulancier compr Utilisation comme véhicule commercial ou camion de 3001 kg ou plus corbi Corbillard cprom Promenade avec véhicule à louer à court terme cvser Utilisation comme véhicule de service loué à court terme dcond Utilisation comme école de conduite avec un véhicule loué non réglementé

Liste des variables	Description des variables
dcorb	Corbillard avec véhicule loué non réglementé
decop	Démonstration (comm-garagiste) et courtoisie pour petits véh (1 - 500 kg)
decog	Démonstration (comm-garagiste) et courtoisie pour gros véh (501 et plus)
denei	Déneigement
dhage	Utilisation comme véhicule de plus de 25 ans loué non réglementé
dhant	Utilisation comme véhicule de plus de 30 ans loué non réglementé
dprom	Promenade avec un véhicule loué non réglementé
dserv	Utilisation comme véhicule de service loué non réglementé
econd	Utilisation comme école de conduite
lsirs	loisirs (habitation motorisée)
prome	Promenade
sutil	Sans utilisation
vhout	Utilisation comme équipement ou comme véhicule outil
vhant	Utilisation comme véhicule antique (exposition, démonstration, parade)
vhage	Utilisation comme véhicule âgé de plus de 25 ans
vserv	Utilisation comme véhicule de service (véh. d'équipement agence pour approvisionner, réparer ou remorquer les véhicules routiers)
La liste des valeurs après le 89-01-01	
Pour le transport de personnes	
tprec	Transport d'écoliers
tpspe	Transport de personnes avec autobus privé
tprpe	Transport de personnes avec autobus public
tprta	Transport de personnes avec taxi exigeant un permis de la CTQ
tprts	Transport de personnes avec limousine exigeant un permis de la CTQ
tprgl	Transport de personnes avec limousine de grand luxe, exigeant un permis de la CTQ
Pour le transport des biens	
tbrgn	Transport de biens autre que le « vrac » exigeant un permis de la CTQ
tnrvr	Transport de matières en « vrac » exigeant un permis de la CTQ
Pour les autres utilisations	
prome	Promenade
compr	Utilisation commerciale incluant le transport des biens sans permis de CTQ
ccomp	Utilisation commerciale avec permis de location à court terme
decop	Démonstration (comm-garagiste) et courtoisie pour petits véh (1 - 500 kg)
decog	Démonstration (comm-garagiste) et courtoisie pour véhicules 501 kg et +
depan	Dépanneuse
econd	Utilisation réservée à l'école de conduite
habit	Utilisation d'une habitation motorisée, excluant celle de moins de 3000kg appartenant à une personne physique
hiver	Utilisation d'un véhicule-outil d'hiver
urgen	Utilisation d'un véhicule d'urgence (véhicules de policiers, pompiers, ambulances)
sutil	Sans utilisation
autre	Sans utilisation spécifique

Liste des variables	Description des variables
autor_9 : typ_utilr	Cet élément identifie les clients qui jouissent d'exemptions ou de privilèges spécifiques (c'est le qui?) Description des valeurs ag Agriculteur cc Consul cd Diplomate cg Commerçant-garagiste, fabricant ou carrossier de véhicules ep Exempte de permis CTQ (secteur voyageur) gc Gouvernement du Canada gm Gouvernement municipal (incluant corporation publique, commission scolaire, municipalité) gq Gouvernement du Québec ml Militaire ra Radio-amateur sp sans exemption, ni privilège **Ces types d'utilisateur ne seront assignables qu'à partir du 89-01-01** cp Corporation publique à but lucratif: centre hospitalier, institution vouée à des fins charitables, une fabrique, un syndic de paroisse cu Commission de transport d'une communauté urbaine gp Gouvernement autres pays
autor_10 : typ_lieu	Cet élément identifie dans quel secteur routier l'autorisation est valide (c'est le où?) Description des valeurs sq Sans restriction au Québec m7 Circulation restreinte aux routes dont vitesse maximum égale 70 km/h eb Sans restriction au Québec avec circulation interprovinciale (selon l'entente eciv-prp) et le Québec est « juridiction bénéficiaire » ed Sans restriction au Québec avec circulation interprovinciale (selon l'entente eciv-prp) et le Québec est « juridiction délivrante » ur Urbain nr Réseau routier non relié au réseau routier de la province gp Gare, port, aéroport nb Cette valeur n'est plus attribuable à partir de 89-01-01 tp Terrain privé (hors chemin public) ad Circulation restreinte, terrain privé avec traverse à angle droit hr Hors route re Taxi régional
autor_11 : typ_veh_categ_usa	Cet élément identifie la configuration physique du véhicule Description des valeurs au Automobile (véhicule de promenade) ca Camion re Remorque mc Motocyclette (véh. moteur d'une cylindrée de plus de 125cm^3) cy Cyclomoteur (véh. moteur d'une cylindrée d'au plus 50cm^3 et masse nette n'excédant pas 60 kg) mn Motoneige vm Vélomoteur (véh. avec moteur d'une cylindrée d'au plus 125 cm^3) ab Autobus fg Fourgonnette vo Véhicule-outil (véh. conçu pour effectuer un travail par lui-même et muni à cette fin en permanence de son outillage) at Aucun type de véhicule est nécessaire (pour commerçants-garagistes ou pour plaque « pv ») sn Souffleuse à neige an Autoneige nv Autre type véhicule
autor_12 : typ_prop_categ_usa	Cet élément identifie le lien entre la personne demandant l'autorisation et le véhicule utilisé (cet élément définit également le « qui? »

Liste des variables	Description des variables
autor_13 : dat_paiem_autor	Date à laquelle une autorisation de circuler a été payée. Dans le cas d'une première émission, cette date correspond à la date-début-autorisation. Dans le cas d'un renouvellement, elle correspond, depuis l'avènement du renouvellement anticipé à la date à laquelle les frais de « renouvellement » ont effectivement été payés
autor_14 : indic_modif_apr_av	Cet indicateur permet d'identifier qu'une correction (correction sans obligation de renouvellement) a été effectuée pour une autorisation depuis l'impression de l'avis de renouvellement Description des valeurs 0 Aucune correction effectuée entre l'impression de l'avis et le renouvellement lui-même 1 Correction à l'autorisation après l'impression de l'avis 2 Correction au véhicule après l'impression de l'avis
autor_15 : indic_tx_force	Cet indicateur permet de signaler si l'autorisation a été émise par la transaction immatriculation adhoc Description des valeurs "F" Autorisation émise par transaction force "D" Autorisation ayant déjà été émise par transaction force " ", "N" Autorisation émise par une transaction normale
autor_16 : ctr_modif_autor	Ce compteur permet de synchroniser les modifications de banque au niveau du record « autor ». La gestion du compteur permet de remplacer l'instruction keep longtern
autor_17 : dat_expir_autor_1	Cette date indique quelle était la date d'expiration du privilège qui précédait le privilège en cours (elle est particulièrement utile à la détermination de la date de tarification qui a été utilisée par le système contrôle de la perception pour le privilège en cours). Il est à noter que cette information est nécessaire lorsque l'on doit procéder au remboursement du privilège
autor_18 : typ_emiss_autor_1	Cet élément indique si le privilège qui précédait en cours consistait en une première « émission » ou un « renouvellement » Description des valeurs Blanc Première émission N En présence d'une autorisation « prp » En présence d'une autorisation sans utilisation I Indéterminé E Lorsque le privilège précédent consistait en une émission R Lorsque le privilège précédent consistait en un renouvellement
autor_19 : sta_antpe_autor	Élément de donnée permettant l'inscription d'un statut anticipé lors d'une demande d'annulation anticipée du droit de circuler. Cette nouvelle donnée permettra aussi aux transactions d'afficher un message d'avertissement informant l'usager qu'il y a eu une demande anticipée d'annulation du droit de circuler. Cette annulation sera effective à l'expiration de l'autorisation Description des valeurs **Avant septembre 1994** I Remisé M Mise au rancart G Émigré Blanc Pas de statut anticipé **Après septembre 1994** Blanc Pas de statut anticipé

Liste des variables	Description des variables
autor_20 : cod_rgn_metro_ctri	Élément de donnée est initialisé lors de la production de l'avis de paiement ou lors de la délivrance afin d'identifier la région métropolitaine qui a servi au calcul de la contribution des automobilistes au transport en commun (surtaxe) pour les organismes publics de transport (opt). Permet lors l'annulation du privilège de débiter le poste comptable correspond à la région qui a perçu la surtaxe Description des valeurs M Région métropolitaine de Montréal Q Région métropolitaine de Québec S Région métropolitaine de Sherbrooke Y Région métropolitaine du Saguenay T Région métropolitaine de Trois-Rivières O Région métropolitaine de l'Outaouais Blanc Pas dans une région métropolitaine (pas de surtaxe)
autor_21 : dat_expir_autor_2	Cette date indique quelle était la date d'expiration du privilège qui précédait le privilège en cours (celle du privilège précédent (le 1er) étant pour sa part indiquée dans l'élément date-expiration-autorisation-1)) (Elle est particulièrement utile à la détermination de la date de tarification qui a été utilisée par le système contrôle de la perception pour le privilège qui précède le privilège en cours). Il est à noter que cette information est nécessaire lorsque l'on doit procéder au remboursement d'un privilège qui chevauche deux périodes de renouvellement.
autor_22 : cod_rdc_imm_vers	Ce code est initialisé pour identifier le type de région qui a servi au calcul de la réduction des droits d'immatriculation Description des valeurs P Région périphérique S Région spécifique Blanc pas de région périphérique ou spécifique (pas de réduction)

V_VÉHICULE : Contient les informations sur chaque véhicule présent dans la base « idms »

Liste des variables	Description des variables
veh_1 : niv	Ce numéro sert à identifier tout véhicule de façon unique et permanente
veh_2 : marq_veh	Cet élément identifie la marque reconnue par le manufacturier d'un véhicule
veh_3 : model_veh	Cet élément identifie le modèle reconnu par le manufacturier d'un véhicule
veh_4 : annee_fabri	Identifie l'année du modèle du véhicule, tel que désignée par le fabricant
veh_5 : masse_nette	Masse nette du véhicule provenant du fabricant ou d'une révision de pesée
veh_6 : masse_total_charg	Identifie le poids maximum, en kg, d'un véhicule pour une autorisation régulière. Ce poids cumule la masse nette et le poids supplémentaire transporté
veh_7 : nb_cyl	Identifie le nombre de cylindres du moteur d'un véhicule Description des valeurs 0 Absence d'observations 1 - 8 Nombre cylindres 9 Autres/inconnus R Plus de 10 cylindres
veh_8 : grp_cyl	Identifie la tranche de force du moteur en cm3 de la motocyclette. Inutilisé à compter du 1er mars 1988. Date à partir de laquelle le nombre de cc sera utilisé comme base de tarification
veh_9 : typ_carbu	Cet élément identifie le genre d'énergie utilisé pour propulser un véhicule Description des valeurs S Non-propulsé E Essence D Diesel P Propane L Électricité A Autre

Liste des variables	Description des variables
veh_10 : no_unite_veh	Numéro attribué par le propriétaire d'un véhicule, lorsque celui-ci codifie pour ses besoins personnels ses véhicules
veh_11 : stat_veh	Élément identifiant qu'un véhicule est actif ou non ainsi que la raison de son inactivité, si tel est le cas Description des valeurs A Véhicule actif B Véhicule reconstruit C Véhicule reconstruit rancart D Véhicule reconstruit émigré E Véhicule émigré G Véhicule gravement accidenté à compter du 1er octobre 1991 I Véhicule irrécupérable R Véhicule au rancart S Véhicule gravement accidenté avant le 1er octobre 1991 T Véhicule émigré U Véhicule gravement accidenté rancart
veh_12 : indic_etat_mecan	Permet de calculer le nombre d'état mécanique modifié Description des valeurs N Normal I Véhicule à inspecter avant d'obtenir une nouvelle autorisation de circuler E Empêchement - Blocage de toute transaction qui délivre ou remet en vigueur une autorisation de circuler sur le chemin public F Véhicule sujet à la vérification mécanique périodique dont l'état mécanique n'a pas été vérifié S Suspendu - Blocage de toute transaction qui délivre ou remet en vigueur une autorisation de circuler sur le chemin public Z Non applicable
veh_13 : typ_veh	Cet élément identifie la configuration physique du véhicule Description des valeurs au Automobile (véhicule de promenade) ca Camion re Remorque (roulotte, remorque d'équipement-outil, de ferme) mc Motocyclette (véh. moteur d'une cylindrée de plus de 125cm^3) cy Cyclomoteur (véh. moteur d'une cylindrée d'au plus 50cm^3 et masse nette n'excédant pas 60 kg) mn Motoneige ab Autobus vo Véhicule-outil (véh conçu pour effectuer un travail par lui-même et muni à cette fin en permanence de son outillage) at Aucun type de véhicule est nécessaire (pour commerçants-garagistes ou pour plaque « pv ») nv Autre type véhicule sn Souffleuse à neige vt Véhicule tout terrain à 3 ou 4 roues **Non assignable depuis 1986** vm Vélomoteur (véh. avec moteur d'une cylindrée d'au plus 125 cm^3) **Non assignable après 89-01-01** an Autoneige fg Fourgonnette

Liste des variables	Description des variables
veh_14 : coul_orig	Cet élément identifie la couleur du véhicule à sa sortie de l'usine. Lorsqu'un véhicule a plus d'une teinte, on utilise la codification multicolore Description des valeurs noi Noir gri Gris jau Jaune vio Violet ble Bleu ver Vert rou Rouge bru Brun ora Orange bla Blanc mtl Multicolore cha Champagne or Or nil Non applicable pour ce type de véhicule
veh_15 : dat_retrt_veh	Il s'agit de la date du retrait d'un véhicule du parc automobile du Québec. On prend la date de la transaction
veh_16 : dat_doss_veh	Date à laquelle une transaction résultant en l'ouverture d'un dossier véhicule pour un véhicule absent des fichiers de la Régie a été effectuée
veh_17 : cod_hors_prov_veh	Cet élément identifie le lieu d'émigration d'un véhicule
veh_18 : dat_pour_inspc_mec	Cet élément identifie le moment à partir duquel, le système d'immatriculation vérifie si les délais pour exiger une inspection mécanique sont écoulés. Elle sert à faire respecter les délais de vérification mécanique selon la politique 13
veh_20 : nb_esieu_max	Cet élément spécifie le nombre d'essieux maximum qui peuvent supporter un véhicule circulant sur le réseau routier. Il est utilisé pour fin de tarification. Il est aussi utilisé dans le contexte d'un permis spécial Description des valeurs 00 Ne s'applique pas à ce type de véhicule 02 Pour un véhicule de deux essieux 03 Pour un véhicule de trois essieux 04 Pour un véhicule de quatre essieux 05 Pour un véhicule de six essieux et plus
veh_21 : cyl_moto	Il s'agit de la force du moteur de la motocyclette exprimée en centimètre cube. Cet élément sera utilisé comme base de tarification à compter du 1er mars 1988 Pour les fins de tarification il existe 6 catégories de tarifs Description des valeurs 0 à 50 cc 51 à 125 cc 126 à 400 cc 401 à 700 cc 701 à 1000 cc 1001 et plus cc

V_PLAQUE : Contient les informations concernant les données de la plaque reliée à une autorisation de circuler

Liste des variables	Description des variables
plaq_1 : no_plaq	Le numéro correspond à celui de la plaque physique d'un véhicule et il sert à identifier l'autorisation de circuler d'un véhicule
plaq_2a : chif_preuv_no_plaq	Cet élément permet de valider le numéro de plaque d'immatriculation
plaq_2b : stat_plaq	Cet élément identifie l'état d'une plaque émise par la Régie Description des valeurs D Détenue par un client V Perdue ou volée M Mutilée R Remplacée (via chang, cat, usage) S Retirée (sèlon art. 45 et sécurité routière) C Plaque ayant été remplacée par une copie exacte, suite à une perte ou à un vol (pour les plaques ve2, cc, et cd) A Remis à la Régie E Enregistrée (Erreur administrative)
plaq_3 : dat_emis_plaq	Date à laquelle la Régie a utilisé une plaque pour certifier une autorisation
plaq_4 : dat_fin_plaq	Date à laquelle une plaque n'est plus en possession du client

V_INFRACTION Contient toutes les infractions qu'un transporteur routier a commis

Liste des variables	Description des variables
nip	Numéro d'identification
infr_1 : nci_infra	Les numéros de contrôle interne sont apposés sur les documents microfilmés et permettent de reconnaître la nature du document, la date du microfilm
infr_3 : loi_enfre	Représente la loi enfreinte Code Loi CSR Code de sécurité routière LAA Loi sur l'assurance automobile LT Loi des transports
infr_4 : artic_loi_enfre	Numéro de l'article de la loi enfreinte Tous les articles pour lesquels des points d'inaptitude leurs sont attribués Format spécifique: si 3 chiffres --> '520 ' si 4 chiffres --> '534.4' si 5 chiffres --> '578.15'. À noter que le point décimal est implicite et représente l'insertion d'un nouvel article de loi entre deux articles existant lors d'une révision de la loi
infr_5 : situa_preci_artic	Lorsqu'un article de loi couvre plusieurs situations, cet élément de données identifie la situation en question
infr_6 : sta_infra	État actuel de l'infraction Statut Description 1 Infraction active 2 Infraction annulée 3 Infraction périmée (2 ans après la date de condamnation/paiement)
infr_7 :dat_inscr_infra	Date de création d'une infraction au dossier du contrevenant
infr8 : dat_commi_infra	Date à laquelle le contrevenant a commis l'infraction
infr9 : dat_conda_paiem	Date à laquelle le contrevenant a payé l'amende ou date à laquelle il a été condamné
infr_10 : nb_point_infra	Nombre de points d'inaptitude attribués selon la nature d'infraction et selon la vitesse excédentaire s'il y a lieu

Liste des variables	Description des variables
inft_11 : nb_point_util_pena	Nombre de points déjà utilisés pour envoyer un avis de pénalité
inft12 : no_organ_emett	Numéro de l'organisme émetteur de billets d'infraction ou de dossiers d'amende
inft_13 : dat_perem_infra	Date à laquelle l'infraction sera périmée (2 ans après la date de condamnation/paiement)
inft_14 : dat_annul_infra	Date à laquelle est annulée l'infraction; date du traitement
inft_15 : raisn_annul_infra	Code identifiant la raison de l'annulation d'une infraction au dossier d'un transporteur Code — Raison 1 — Appel 2 — Correction de l'organisme émetteur 3 — Correction administrative 5 — Fusion d'entreprise 6 — Appariement
inft_16 : no_plaq	Le numéro correspond à celui de la plaque physique d'un véhicule et il sert à identifier l'autorisation de circuler d'un véhicule
inft_17 : admtn_emett_plaq	Identifie la province ou l'état ayant émis une plaque à un véhicule
inft_18 : nip_origine	
inft_19 : no_ref_organ	Numéro de référence pour un document d'infraction (avis de jugement) transmis à la SAAQ par un organisme judiciaire. Ce numéro est soit un numéro de constat lorsqu'il apparaît sur un document d'infraction transmis par la direction des affaires pénales du ministère de la justice, ou soit un numéro de cause dans le cas d'un document d'infraction transmis par une cour de justice (greffe)
inft_20 : masse_total_perms	Masse totale en charge permise pour un véhicule. Cette masse est exprimée en kilogrammes et dépend de la catégorie du véhicule. Cette catégorie est fonction du nombre d'essieux, le type et la configuration de ces essieux
inft_21 : masse_total_cnsta	Masse totale en charge constatée pour un véhicule. Cette masse est exprimée en kilogrammes.
inft_22 : mnt_amend_trarou	Montant de l'amende imposée à un transporteur routier suite à une infraction

ACCIDENT : Fichier des rapports d'accidents obtenus à partir des numéros de plaques extraits des fichiers « immatriculation »(1990 – 1996)

1 Le fichier rapport d'accidents est composé de 2 parties
La partie 1 débute en position 191
La partie 2 débute en position 477

2 Chaque partie peut contenir de l'information sur 3 véhicules (1A, 1B, 1C, et 2A, 2B, 2C) ; L'information des parties « A » étant celle des principaux véhicules impliqués ; Les parties « B »et « C »concernent les remorques s'il y a lieu

Liste des variables	Description des variables
plaq_1	Numéro de plaque
acc_1='evn'	Numéro d'événement, numéro unique identifiant un accident ; il y a autant d'observations avec le même numéro d'événement qu 'il y a de parties ou de victimes différentes
acc_2	Numéro de feuille
acc_3	Numéro de feuille
acc_4	Numéro de formule
acc_5='flm'	Numéro de microfilm du premier feuillet de l'événement
acc_6	Numéro CSEF

Liste des variables	Description des variables
acc_7	Municipalité
acc_8	Comté
acc_9	Code municipal Code à 4 positions de la municipalité du lieu de l'accident
acc_10	Intersection de l'accident
acc_11	Près de
acc_12	Distance de l'intersection
acc_13	Distance intersection direction
acc_14	Numéro de route
acc_15	Mercator
acc_16	Rues
acc_17	Rues
acc_18	Date de l'accident
acc_19	Jour de l'accident
acc_20	Heures et minutes de l'accident
acc_21	Nombre de morts dans l'accident
acc_22	Nombre de blessés dans l'accident
acc_23	Nombre de véhicules impliqués dans l'accident
acc_24	Modèle
acc_25	Dommage à la propriété F Gouvernement fédéral P Gouvernement provincial M Gouvernement municipal A Autres
acc_26	Code d'estimation
acc_27	Genre 1er événement
acc_28	2e événement V1
acc_29	2e événement V2
acc_30	Délit de fuite
acc_31	Rapport complet
acc_32	Environnement 1 École 2 Résidentiel 3 Affaire/Commercial 4 Industriel/Manufacturier 5 Rural 6 Forestier 7 Récréatif/Parc/Camping 8 Non précisé
acc_33	Catégorie de route (Depuis 1988-09-01) 1 Route numérotée 2 Rue 3 Chemin 4 Ruelle 5 Chemin forestier/minier 6 Terrain de stationnement 34 Autres (9 et 99) 35 Non précisée

Liste des variables	Description des variables	
acc_34	Localisation (Depuis 1988-09-01)	
	21	Chaussée intersection
	22	Chaussée entre intersection
	23	Terre-plein central
	24	Centre commercial
	25	Terrain ou chemin privé
	26	Passage à niveau
	27	Tunnel/viaduc/pont
	28	Trottoir
	29	Accotement
	99	Autres
	XX	Non précisée
acc_35	Aspect de la chaussée	
	1	À plat/droite
	2	À plat/courbe
	3	En pente/droite
	4	En pente/courbe
	X	Non précisé
acc_36	Nature de la chaussée	
	1	Asphalte
	2	Béton
	3	Gravier
	4	Terre
	9	Autres
	X	Non précisée
acc_37	Etat de la chaussée	
	1	En bon état
	2	En construction
	3	En réparation
	4	Trou, ornière, cahot
	9	Autres
	X	Non précisé
acc_38	Etat de la surface	
	1	Sèche
	2	Mouillée
	3	Enneigée
	4	Glacée
	5	Boueuse
	6	Huileuse
	9	Autres
	X	Non précisé
acc_39	Temps	
	0	Verglas
	1	Clair
	2	Nuageux/sombre
	3	Pluie/grêle
	4	Neige/grêle
	5	Brouillard
	6	Averse
	7	Vent fort
	8	Pouderie/tempête de neige
	9	Autres
	X	Non précisé

Liste des variables	Description des variables		
acc_40	Eclairage		
	Jour :	1	Clarté
		2	Demi-obscurité
	Nuit	3	Chemin éclairé
		4	Chemin non éclairé
		X	Non précisé
acc_41	Croquis		
acc_42	Code policier (1)		
acc_43	Code policier (2)		
acc_44	Etude spéciale (1)		
acc_45	Etude spéciale (2)		
acc_46	Etude spéciale (3)		
acc_47	Auto radio		
acc_48	Matricule		
acc_49	Numéro de partie		(1)
	Code retraçant le véhicule, l e conducteur et les victimes d'un même véhicule		
acc_50	Sens avant l'impact		(1)
	1	Nord	
	2	Nord – Est	
	3	Est	
	4	Sud – Est	
	5	Sud	
	6	Sud – Ouest	
	7	Ouest	
	8	Nord – Ouest	
	9	Non précisé	
acc_51	Mouvement		(1)
	11	Circulait tout droit	
	12	Tournait à droite	
	13	Tournait à gauche	
	14	Partait dans circulation	
	15	Ralentissait ou arrêtait	
	16	Arrêté dans circulation	
	17	Stationnait	
	18	Stationné légalement	
	19	Stationné illégalement	
	20	Quittait stationnement en bordure	
	21	Reculait	
	22	Sortait/Entrait dans circulation	
	23	Sortait/Entrait dans voue rapide	
	24	Dépassait par la gauche	
	25	Dépassait par la droite	
	26	Changeait de voie	
	27	Effectuait demi-tour	
	28	Evitait un obstacle sur la chaussée	
	29	En panne	
	30	Mouvement inconnu	
	39	Autres	
	40	Non précisé	

Liste des variables		Description des variables	
acc_52	Type de véhicule		(1)
	1	Automobile (11, 12, 13,, 14, 17, 18, 41)	
	2	Autobus (23, 48)	
	3	Autobus scolaire (24, 49)	
	4	Taxi (22, 51)	
	5	Ambulance (27)	
	6	Camion (15)	
	7	Camion et remorque (16)	
	8	Tracteur routier (19, 44)	
	9	Tracteur routier et semi-remorque (20)	
	10	Tracteur routier, semi-remorque et autre unité (21)	
	11	Véhicule agricole (30)	
	12	Véhicule d'équipement (28, 47)	
	13	Véhicule - outil (29, 46)	
	14	Motocyclette (25, 53)	
	15	Cyclomoteur (25, 53)	
	16	Motoneige (31, 56)	
	17	Bicyclette (33, 57)	
	18	Traction animal (32)	
	19	Trimoto (34)	
	20	Quadrimoto (35)	
	21	Autres (99)	
	22	Non précisé	
	23	Piéton	
	25	Camion léger (42)	
	26	Camion (autres que léger) (43)	
	27	Véhicule servant au transport de matières dangereuses (45)	
	28	Minibus (50)	
	29	Véhicule d'urgence (52)	
	30	Véhicule de loisir (55)	
acc_53	Etat du véhicule		(1)
acc_54	Pneu essieu avant G		(1)
acc_55	essieu avant D		(1)
acc_56	essieu arrière G		(1)
acc_57	essieu arrière D		(1)
acc_58	Signalisation		(1)
	11	Aucune	
	12	Feu de circulation	
	13	Feu rouge clignotant	
	14	Feu jaune clignotant	
	15	Feu vert prioritaire	
	16	Feu d'écoliers	
	17	Feu pour piétons	
	18	Signal STOP	
	19	Signal CÉDEZ	
	20	Policier / Brigadier / Signaleur	
	21	Passage à niveau (feu / barrière)	
	22	Signalisation d'obstacle	
	23	Feux clignotants autobus d'écoliers	
	24	Autres (99)	
	25	Non précisée	
	26	Piéton	

Liste des variables	Description des variables			
acc_59	Visibilité			(1)
	11	Bonne		
	Réduite par :			
	12	Arbre, haie ou clôture		
	13	Bâtiment		
	14	Remblai		
	15	Véhicule		
	16	Phares éblouissants		
	17	Éblouissants autre que les phares		
	18	Saleté, verglas, neige sur voiture		
	19	Vapeur, fumée, poussière		
	20	Temps		
	21	Autres (99)		
	22	Non précisée		
	23	Piéton		
acc_60	Nombre d'occupants			(1)
acc_61	Immatriculation et an		(A)	(1)
acc_62	Code de recherche		(A)	(1)
acc_63	Province ou état		(A)	(1)
acc_64	Assurance		(A)	(1)
acc_65	Couleur		(A)	(1)
acc_66	Marque		(A)	(1)
acc_67	Année		(A)	(1)
acc_68	Code municipal		(A)	(1)
acc_69	Poids net ou total		(A)	(1)
acc_70	Date de naissance ou num. flotte		(A)	(1)
acc_71	Âge du propriétaire		(A)	(1)
acc_72	Catégorie de plaque		(A)	(1)
acc_73	Cylindre (Moto)		(A)	(1)
acc_74	Type de location		(A)	(1)
acc_76	Remorquage		(A)	(1)
acc_77	Montant des dommages		(A)	(1)
acc_78	Blancs			(1)
acc_79	Immatriculation et an		(B)	(1)
acc_80	Code de recherche		(B)	(1)
acc_81	Province ou état		(B)	(1)
acc_82	Assurance		(B)	(1)
acc_83	Couleur		(B)	(1)
acc_84	Marque		(B)	(1)
acc_85	Année		(B)	(1)
acc_86	Code municipal		(B)	(1)
acc_87	Poids net ou total		(B)	(1)
acc_88	Date de naissance ou num. flotte		(B)	(1)
acc_89	Âge du propriétaire		(B)	(1)
acc_90	Catégorie de plaque		(B)	(1)
acc_91	Cylindre (Moto)		(B)	(1)
acc_92	Type de location		(B)	(1)
acc_94	Remorquage		(B)	(1)
acc_95	Montant des dommages		(B)	(1)
acc_96	Blancs			(1)
acc_97	Immatriculation et an		(C)	(1)
acc_98	Code de recherche		(C)	(1)
acc_99	Province ou état		(C)	(1)
acc_100	Assurance		(C)	(1)
acc_101	Couleur		(C)	(1)

Liste des variables	Description des variables		
acc_102	Marque	(C)	(1)
acc_103	Année	(C)	(1)
acc_104	Code municipal	(C)	(1)
acc_105	Poids net ou total	(C)	(1)
acc_106	Date de naissance ou num. flotte	(C)	(1)
acc_107	Âge du propriétaire	(C)	(1)
acc_108	Catégorie de plaque	(C)	(1)
acc_109	Cylindre (Moto)	(C)	(1)
acc_110	Type de location	(C)	(1)
acc_112	Remorquage	(C)	(1)
acc_113	Montant des dommages	(C)	(1)
acc_114	Blancs		(1)
acc_115	Code véhicule (Municipal)		(1)
acc_116	Propriétaire de (A) même que cond.		(1)
acc_117	Etat du conducteur		(1)
acc_118	Action du conducteur		(1)
acc_119	Soundex cond. (NIP)		(1)
acc_120	Code de recherche		(1)
acc_121	Province ou état		(1)
acc_122	Sexe		(1)
acc_123	Expérience de conduite		(1)
acc_125	Occupation		(1)
acc_126	Date émission du 1er P.C.		(1)
acc_127	Âge du conducteur		(1)
acc_128	Classe du permis P.C.		(1)
acc_129	Date de naissance (6) & valideur NIP		(1)
acc_130	Numéro de partie		(2)
	Code retraçant le véhicule, l e conducteur et les victimes d'un même véhicule		
acc_131	Sens avant l'impact avant l'impact		(2)
	10 Nord		
	11 Nord – Est		
	12 Est		
	13 Sud – Est		
	14 Sud		
	15 Sud – Ouest		
	16 Ouest		
	17 Nord – Ouest		
	18 Non précisé		

Liste des variables		Description des variables	
acc_132	Mouvement		(2)
		11	Circulait tout droit
		31	Tournait à droite
		32	Tournait à gauche
		33	Partait dans circulation
		34	Ralentissait ou arrêtait
		35	Arrêté dans circulation
		36	Stationnait
		37	Stationné légalement
		38	Stationné illégalement
		39	Quittait stationnement en bordure
		40	Reculait
		41	Sortait/Entrait dans circulation
		42	Sortait/Entrait dans voue rapide
		43	Dépassait par la gauche
		44	Dépassait par la droite
		45	Changeait de voie
		46	Effectuait demi-tour
		47	Evitait un obstacle sur la chaussée
		48	En panne
		49	Mouvement inconnu
		41	Autres
		42	Non précisé
acc_133	Type de véhicule		(2)
		24	Automobile (11, 12, 13,, 14, 17, 18, 41)
		25	Autobus (23, 48)
		26	Autobus scolaire (24, 49)
		27	Taxi (22, 51)
		28	Ambulance (27)
		29	Camion (15)
		30	Camion et remorque (16)
		31	Tracteur routier (19, 44)
		32	Tracteur routier et semi-remorque (20)
		33	Tracteur routier, semi-remorque et autre unité (21)
		34	Véhicule agricole (30)
		35	Véhicule d'équipement (28, 47)
		36	Véhicule - outil (29, 46)
		37	Motocyclette (25, 53)
		38	Cyclomoteur (25, 53)
		39	Motoneige (31, 56)
		40	Bicyclette (33, 57)
		41	Traction animal (32)
		42	Trimoto (34)
		43	Quadrimoto (35)
		44	Autres (99)
		45	Non précisé
		46	Piéton
		25	Camion léger (42)
		31	Camion (autres que léger) (43)
		32	Véhicule servant au transport de matières dangereuses (45)
		33	Minibus (50)
		34	Véhicule d'urgence (52)
		35	Véhicule de loisir (55)
acc_134	Etat du véhicule		(2)
acc_135	Pneu	essieu avant G	(2)
acc_136		essieu avant D	(2)
acc_137		essieu arrière G	(2)

Liste des variables	Description des variables		
acc_138	essieu arrière D		(2)
acc_139	Signalisation		(2)
	11	Aucune	
	27	Feu de circulation	
	28	Feu rouge clignotant	
	29	Feu jaune clignotant	
	30	Feu vert prioritaire	
	31	Feu d'écoliers	
	32	Feu pour piétons	
	33	Signal STOP	
	34	Signal CÉDEZ	
	35	Policier / Brigadier / Signaleur	
	36	Passage à niveau (feu / barrière)	
	37	Signalisation d'obstacle	
	38	Feux clignotants autobus d'écoliers	
	39	Autres (99)	
	40	Non précisée	
	41	Piéton	
acc_140	Visibilité		(2)
	11	Bonne	
	Réduite par :		
	24	Arbre, haie ou clôture	
	25	Bâtiment	
	26	Remblai	
	27	Véhicule	
	28	Phares éblouissants	
	29	Éblouissants autre que les phares	
	30	Saleté, verglas, neige sur voiture	
	31	Vapeur, fumée, poussière	
	32	Temps	
	33	Autres (99)	
	34	Non précisée	
	35	Piéton	
acc_141	Nombre d'occupants		(2)
acc_142	Immatriculation et an	(A)	(2)
acc_143	Code de recherche	(A)	(2)
acc_144	Province ou état	(A)	(2)
acc_145	Assurance	(A)	(2)
acc_146	Couleur	(A)	(2)
acc_147	Marque	(A)	(2)
acc_148	Année	(A)	(2)
acc_149	Code municipal	(A)	(2)
acc_150	Poids net ou total	(A)	(2)
acc_151	Date de naissance ou num. flotte	(A)	(2)
acc_152	Âge du propriétaire	(A)	(2)
acc_153	Catégorie de plaque	(A)	(2)
acc_154	Cylindre (Moto)	(A)	(2)
acc_155	Type de location	(A)	(2)
acc_157	Remorquage	(A)	(2)
acc_158	Montant des dommages	(A)	(2)
acc_159	Blancs		(2)
acc_160	Immatriculation et an	(B)	(2)
acc_161	Code de recherche	(B)	(2)
acc_162	Province ou état	(B)	(2)
acc_163	Assurance	(B)	(2)
acc_164	Couleur	(B)	(2)

Liste des variables	Description des variables		
acc_165	Marque	(B)	(2)
acc_166	Année	(B)	(2)
acc_167	Code municipal	(B)	(2)
acc_168	Poids net ou total	(B)	(2)
acc_169	Date de naissance ou num. flotte	(B)	(2)
acc_170	Âge du propriétaire	(B)	(2)
acc_171	Catégorie de plaque	(B)	(2)
acc_172	Cylindre (Moto)	(B)	(2)
acc_173	Type de location	(B)	(2)
acc_175	Remorquage	(B)	(2)
acc_176	Montant des dommages	(B)	(2)
acc_177	Blancs		(2)
acc_178	Immatriculation et an	(C)	(2)
acc_179	Code de recherche	(C)	(2)
acc_180	Province ou état	(C)	(2)
acc_181	Assurance	(C)	(2)
acc_182	Couleur	(C)	(2)
acc_183	Marque	(C)	(2)
acc_184	Année	(C)	(2)
acc_185	Code municipal	(C)	(2)
acc_186	Poids net ou total	(C)	(2)
acc_187	Date de naissance ou num. flotte	(C)	(2)
acc_188	Âge du propriétaire	(C)	(2)
acc_189	Catégorie de plaque	(C)	(2)
acc_190	Cylindre (Moto)	(C)	(2)
acc_191	Type de location	(C)	(2)
acc_193	Remorquage	(C)	(2)
acc_194	Montant des dommages	(C)	(2)
acc_195	Blancs		(2)
acc_196	Code véhicule (Municipal)		(2)
acc_197	Propriétaire de (A) même que cond.		(2)
acc_198	Etat du conducteur		(2)
acc_199	Action du conducteur		(2)
acc_200	Soundex cond. (NIP)		(2)
acc_201	Code de recherche		(2)
acc_202	Province ou état		(2)
acc_203	Sexe		(2)
acc_204	Expérience de conduite		(2)
acc_206	Occupation		(2)
acc_207	Date émission du 1er P.C.		(2)
acc_208	Âge du conducteur		(2)
acc_209	Classe du permis P.C.		(2)
acc_210	Date de naissance (6) & valideur NIP		(2)
acc_211	État piéton (1)		
acc_212	Mouvement piéton (1)		
acc_213	État piéton (1)		
acc_214	Mouvement piéton (1)		
acc_215	Véhicule occupé	(A)	
acc_216	Fonction de la victime	(A)	
	1 Conducteur		
	2 à 8 Passager		
	9 Piéton		
	10 Non précisée		

Liste des variables	Description des variables	
acc_217	Ceinture de sécurité	(A)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_219	Sexe de la victime	(A)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_220	Etat de la victime	(A)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_221	Code d'index	(A)
acc_222	Véhicule occupé	(B)
acc_223	Fonction de la victime	(B)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	
acc_224	Ceinture de sécurité	(B)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_226	Sexe de la victime	(B)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_227	Etat de la victime	(B)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_228	Code d'index	(B)
acc_229	Véhicule occupé	(C)
acc_230	Fonction de la victime	(C)
	1Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	N 10 Non précisée	
acc_231	Ceinture de sécurité	(C)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_233	Sexe de la victime	(C)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	

Liste des variables	Description des variables	
acc_234	Etat de la victime	(C)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_235	Code d'index	(C)
acc_236	Véhicule occupé	(D)
acc_237	Fonction de la victime	(D)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	
acc_238	Ceinture de sécurité	(D)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_240	Sexe de la victime	(D)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_241	Etat de la victime	(D)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_242	Code d'index	(D)
acc_243	Véhicule occupé	(E)
acc_244	Fonction de la victime	(E)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	
acc_245	Ceinture de sécurité	(E)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_247	Sexe de la victime	(E)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_248	Etat de la victime	(E)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_249	Code d'index	(E)
acc_250	Véhicule occupé	(F)

Liste des variables	Description des variables	
acc_251	Fonction de la victime	(F)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	
acc_252	Ceinture de sécurité	(F)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_254	Sexe de la victime	(F)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_255	Etat de la victime	(F)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_256	Code d'index	(F)
acc_257	Véhicule occupé	(G)
acc_258	Fonction de la victime	(G)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	
acc_259	Ceinture de sécurité	(G)
	Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement	
	1 Aucune	
	2 Non utilisée	
	3 Utilisée	
	5 Non précisée	
acc_261	Sexe de la victime	(G)
	1 Masculin	
	2 Féminin	
	3 Non précisé	
acc_262	Etat de la victime	(G)
	1 Décédée	
	2 Blessée gravement	
	3 Blessée légèrement	
	4 Sans blessure apparente	
acc_263	Code d'index	(H)
acc_264	Véhicule occupé	(H)
acc_265	Fonction de la victime	(H)
	1 Conducteur	
	2 à 8 Passager	
	9 Piéton	
	10 Non précisée	

Liste des variables	Description des variables
acc_266	Ceinture de sécurité (H) Depuis le 1998-09-01, cette information n'est rapportée que pour les accidents corporels seulement 1 Aucune 2 Non utilisée 3 Utilisée 5 Non précisée
acc_268	Sexe de la victime (H) 1 Masculin 2 Féminin 3 Non précisé
acc_269	Etat de la victime (H) 1 Décédée 2 Blessée gravement 3 Blessée légèrement 4 Sans blessure apparente
acc_270	Code d'index (H)
acc_271	Nom conducteur (1)
acc_272	Code index
acc_273	Nom propriétaire (1)
acc_274	Code index
acc_275	Nom conducteur (2)
acc_276	Code index
acc_277	Nom propriétaire (2)
acc_278	Code index
acc_279	HQ *
acc_280	Code index
acc_281	HQ *
acc_282	Code index
acc_283	HQ *
acc_284	Code d'extraction
acc_285	Date de traitement
acc_286	Date d'extraction (julienne)
acc_287	Vitesse autorisée
acc_288	Rapport balance
acc_289	Gravité
acc_290	Nombre de blessés graves
acc_291	Nombre de blessés mineurs
acc_292	Code région adm tpt
acc_293	Comté municipal
acc_294	Version formule
acc_295	Code pour statistiques
acc_296	Code municipal « 5 »
acc_297	Code région soc. San.
acc_298	Domi mater
acc_299	Rapport compl. (2x10)
acc_300	Date de création rapport complet
acc_301	District SQ

INFRACTION_CSU: Renferme l'information reliée à chaque infraction commise par un conducteur et interceptée par un policier.

Liste des variables	Description des variables
nip	Numéro d'identification
infc-1 : dat_crea_infra	Date de création de l'infraction au dossier
infc_2 : cod_typ_infra	Code représentant les différents types d'infractions Descriptions des valeurs PDI Infraction assujettie à des points d'inaptitudes ICC Infraction au code criminel CDS Infraction pour conduite durant sanction AUT Autre infraction FAC Forces armées canadiennes DPP Détenteur de plus d'un permis CCP Infraction conducteur classe professionnelle
infc_3a : cod_loi_susrv	Cet élément détermine les différents types de loi qui sont d'intérêt pour la SAAQ Description des valeurs CC Code criminel DS Code sécurité routière AL Autre loi (n'est utile que pour les infractions de type « aut »
infc_3b : artic_loi_sursc	Numéro d'article de loi du code de la sécurité routière, du code criminel, ou d'autre loi
infc_4 : indic_equiv_na_inf	Indique si une infraction a fait l'objet d'une équivalence de nature d'infraction ou non. Dans le cas d'infractions émises par des organismes hors-Québec, la plupart des natures d'infractions reçues sont transformées par des natures d'infraction susrv équivalente Description des valeurs O Il y a équivalence, la nature d'infraction a fait l'objet d'une conversion N Il n'y a pas eu d'équivalence de nature d'infraction
infc_5 : nb_point_infra	Nombre de points d'inaptitude attribués selon la nature d'infraction et selon la vitesse excédentaire s'il y a lieu
infc_6 : sta_infra_susrv	État de l'infraction Description des valeurs A Infraction active N Infraction annulée G Infraction gelée
infc_7 : dat_commi_infra	Date à laquelle le contrevenant a commis l'infraction
infc_8 : dat_declr_culpa	Date à laquelle le contrevenant a été déclaré coupable d'une infraction (soit en payant l'amende reliée à l'infraction ou soit en étant condamné relativement à cette infraction)
infc_9 : dat_recep_infra	Date de la réception d'un document d'infraction
infc_10 : no_ctrl_intrn	Les numéros de contrôle interne sont apposés sur les documents microfilms et permettent de reconnaître la nature du document, la date du microfilm
infc_15 : no_plaq	Le numéro correspond à celui de la plaque physique d'un véhicule et il sert à identifier l'autorisation de circuler d'un véhicule
infc_16 : admtn_emett_plaq	Identifie la province ou l'état ayant émis une plaque à un véhicule
infc_17 : no_corps_polic	Code identifiant un corps policier selon le genre d'unité policière. Dans le cas de la sûreté du Québec, ce numéro est le numéro du poste
infc_18 : no_organ_emett	Numéro de l'organisme émetteur de billets d'infraction ou de dossiers d'amende
infc_19 : vitss_cnsta	Vitesse constatée d'une infraction, en kilomètre par heure. Elle provient soit de la vitesse-constatée-document, soit de la vitesse-constatée-milles
infc_20 : vitss_perms	Vitesse permis, en kilomètres par heure dans la zone ou a été constaté une infraction
infc_21 : no_cause_infra	Numéro attribué par la cour lorsqu'une infraction fait l'objet d'un jugement. ce numéro est utilisé pour les communications avec la cour

Liste des variables	Description des variables
Infc_22 : dat_maj_infra	Date de la mise à jour de l'infraction
infc_23 : raisn_maj_infra	Raison justifiant la mise à jour d'une infraction Description des valeurs CA Correction administrative AR Avis rectifié RV Révision de dossier AP Avis d'appel JA Jugement d'appel DC Déclenchement cds (pour régularisation)

PERMIS

Liste des variables	Description des variables
per_1 : nip_cond_accident	Numéro d'identification
per_2 : dat_crea_permi	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Cet élément a remplacé « date_émission_permis ». Il n'y a plus de notion « d'émission » de permis mais bien de « création » du privilège permis et « émission » de pièce permis ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Date_émission_permis : Date à laquelle est émis le permis
per_3 : dat_eff_permi	Date à laquelle un privilège permis entré en vigueur. Ne pas confondre cet élément avec la « date-entrée-vigueur-pièce-permis », laquelle indique la date d'entrée en vigueur qui sera imprimée sur la pièce (laquelle, selon la situation, peut être différente de la date effective permis).
per_4 : dat_expir_permi	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Date à laquelle le privilège permis d'un client doit être renouvelé (payé) ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Date à laquelle un permis prend fin
per_5 : cod_cause_crea_permi	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Cet élément a remplacé « cod_émission_permis ». Il n'y a plus de notion « d'émission » de permis mais bien de « création » du privilège permis et « émission » de pièce permis ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Cod_émission_permis : Code indiquant le type de service ayant donné lieu à l'émission du permis
per_6 : indic_annul_susp_revoc	Indicateur permettant de savoir si le statut du permis était suspendu ou révoqué lors du remboursement/ De plis, il indique un remboursement partiel du permis. Cet indicateur n'est plus mis à jour depuis le mois de novembre 1991
per_7 : indic_tarif_icc	Indicateur permettant de reconnaître un permis émis suite à une réinsertion et dont nous avons tenu compte des infractions au code criminel (ICC) dans le calcul du taux d'assurance
per_8 : cod_clas_permi_1	Codes de classification des véhicules routiers pour lesquels un permis de conduire autorise la conduite
.....	.....
Per_19 : cod_clas_permi_12	Codes de classification des véhicules routiers pour lesquels un permis de conduire autorise la conduite

Liste des variables	Description des variables
per_20 : Sta_permi	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** Information indiquant le statut du privilège permis Description des valeurs 00 Valide 01 Annulé 02 Renouvelé avant expiration 03 Retourné hors province 04 Expiré 08 Non recouvrable 09 Suspendu médicale 10 Réémis 11 Remplacé 12 Annulation service 15 Réévalué médical 16 Décision terminée ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** Description des valeurs 00 Valide 01 Annulé 02 Renouvelé avant expiration 03 Retourné hors province 04 Expiré 05 Révoqué 06 Suspendu 07 Réévalué 08 Non recouvrable 09 Suspendu médicale 10 Réémis 11 Remplacé 12 Annulation service 13 Attente réinsertion avec autres décisions 14 Attente réinsertion 15 Réévalué médical 16 Décision terminée 17 Révocation de classe
per_21 : dat_maj_sta_permi	Lors de la création d'un privilège, cette date représente la date de traitement de la création (à l'exception des traitements GPN018 (Émettre un permis sur demande de la sécurité routière) et GPN0116 (Remplacer ou émettre une pièce-permis) lesquels utilisent la date la plus grande entre la date de traitement et la date effective du privilège créé)
per_22 : dat_emiss_avis	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Cet élément a remplacé « dat_avis_paiement». Il n'y aura que des avis de paiement qui seront émis ; il pourra y avoir aussi des avis de convocation joints à des avis de paiement, des avis de convocation seulement etc. ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** : Dat_avis_paiement : Date à laquelle l'avis de renouvellement a été produit par la Société ou date à laquelle l'avis de paiement a été produit par la Société, avec le nouveau projet renouvellement anticipé débutant au mois de novembre 1991
per_23 : cod_categ_permi	Code qui définit les différentes catégories de permis pour la conduite d'un véhicule Description des valeurs 1 Apprenti conducteur 2 Permis de conduire 3 Permis restreint 4 Permis probatoire
per_24 : dat_annul_permi	Identifie la date à laquelle l'annulation du permis s'est effectuée et de plus elle remplacera le statut annulé par sa seule présence

Liste des variables	Description des variables
per_25 : cod_cause_annul_permi	Identifie la raison pour laquelle le client demande l'annulation de son permis de conduire Description des valeurs A Raison administrative C Chèque retourné D Décès E Départ hors province P Retrait privilège R Renonciation S Suspension/Révocation remboursement
per_26 : dat_echea_paiem_permi	Date d'échéance du délai accordé le paiement d'un privilège de conduire suite au renouvellement anticipé. Cette date correspond à la date d'expiration du privilège permis précédent. Un délai de sursis de 1 mois est accordé en période de renouvellement (24 mois). Dans le cas où il n'y aurait pas de privilège permis précédent, la date d'échéance de paiement correspond alors à la date effective du privilège.
Per_27 : dat_paiem_permi	***Depuis l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** Cet élément informe que le privilège permis d'un client a été payé et identifie la date de traitement de paiement de la SAAQ. ***Avant l'implantation du projet permis plastifié (Octobre 1994)*** Cet élément informe que le permis a été payé et identifie la date de traitement du paiement par la SAAQ.
Typ_docum_emis	
No_permi_avant_plstf	
Mode_emiss_avant_plstf	

V_DOSVER: Contient les informations concernant les données du dossier vérification mécanique

Liste des variables	Description des variables
dosv_1 : no_certf_vrifn_mec	Numéro unique permettant d'identifier chacun des certificats de vérification mécanique utilisés lors d'une inspection effectuée sur un véhicule donné
dosv_2 : no_plaq	Le numéro correspond à celui de la plaque physique d'un véhicule et il sert à identifier l'autorisation de circuler d'un véhicule
dosv_3 : typ_veh_vrifn	Indique le type de véhicule vérifié afin de valider si le mandataire avait droit de vérifier ce véhicule étant donné le type de mandat Description des valeurs AB Autobus AE Autobus d'écoliers AM Ambulance CY Cyclomoteur EC Véhicule d'une école de conduite MB Minibus ME Minibus d'écolier MO Motocyclette VP Véhicule de promenade VT Véhicule-Taxi VU Véhicule d'urgence 01 Camion 02 Semi-remorque 03 Remorque 04 Chariot de conversion 05 Habitation motorisée
dosv_4 : dat_vrifn	Date à laquelle s'est effectuée la vérification d'un véhicule
dosv_5 : dat_inscr_vrifn	Date à laquelle on a enregistré la vérification d'un véhicule au système

Liste des variables	Description des variables
dosv_6 : raisn_vrifn	Code identifiant la raison qui a amené la vérification d'un véhicule Description des valeurs R Référé par un agent C Cycle obligatoire B Blitz M Opération minoune I Inconnue
dosv_7 : no_intrv_vrifn	Numéro identifiant les intervenants qui sont impliqués dans le processus de vérification mécanique. Les personnes identifiées peuvent intervenir au début du processus lors rédaction du certificat de vérification, être impliquées au moment de la conformité du certificat ou pour la conformité technique. Notons qu'un intervenant en particulier peut n'être impliqué que lors d'une des étapes. Un intervenant peut être un mandataire de la SAAQ, un inspecteur en véhicule routier ou un intervenant hors Québec
dosv_10 : no_mecnc_vrifn	Numéro du mécanicien qui a procédé à la vérification du véhicule
dosv_11 : dat_inscr_confo	Date à laquelle on a enregistré la conformation d'un véhicule
dosv_12 : no_vignt_confo	Identifie le numéro de la vignette apposée sur le véhicule déclaré conforme
dosv_13 : no_intrv_confo	Identifie le mandataire ayant conformé un véhicule ayant été l'objet d'une vérification mécanique
dosv_15a : no_mecnc_vrifn	Numéro du mécanicien qui a procédé à la vérification du véhicule
dosv_16 : sta_confo_veh_1	Élément qui permet d'indiquer la conformité ou non d'un véhicule suite à une vérification mécanique (première étape) ou a une vérification de conformité (deuxième étape) Description des valeurs MI Défectuosités mineures MA Défectuosités majeures CN Conforme
dosv_17 : dat_sta_confo_1	Date à laquelle on attribue un statut de conformité à un véhicule. A été déclaré conforme mécaniquement
dosv_18 : sta_confo_veh_2	
dosv_19 : dat_sta_confo_2	
dosv_20 : sta_confo_veh_3	
dosv_21 : dat_sta_confo_3	
dosv_22 : sta_mecan_veh_1	Élément qui permet d'indiquer l'état mécanique d'un véhicule suite à une vérification mécanique (première étape) ou à une vérification de conformité (deuxième étape) Description des valeurs " " Indéterminé "S" Suspension de l'autorisation de circuler du à la détection de défectuosités majeures "E" Blocage transactions d'immatriculation suite à un refus du propriétaire de conformer les défectuosités mineures décelées "N Normal"
dosv_23 : dat_sta_mecan_1	Date à laquelle on attribue un statut d'état mécanique à un véhicule. Date à partir de laquelle le statut d'un mécanicien est en vigueur
dosv_24 : sta_mecan_veh_2	
dosv_25 : dat_sta_mecan_2	
dosv_26 : sta_mecan_veh_3	

Liste des variables	Description des variables
dosv_27 : dat_sta_mecan_3	
dosv_28 : dat_annul_dosver	Indique la date d'annulation d'un certificat de vérification mécanique
dosv_29 : heure_annul_dosver	Heure à laquelle un usager a annulé un certificat de vérification mécanique
dosv_30 : ind_pc_vrifn_recu	Indique si la pièce (formulaire) résultant d'une vérification a été reçue suite à un enregistrement par téléphone Description des valeurs " " Blanc Il n'y a pas eu d'enregistrement téléphonique O Oui Pièce reçue N Non Pièce non reçue
dosv_31 : dat_pc_vrifn_recu	Indique la date de réception du formulaire de vérification mécanique pour lequel un enregistrement avait été fait antérieurement par téléphone
dosv_32 : ind_pc_confo_recu	Indique si a pièce (formulaire) résultant d'une conformation a été reçue suite à un enregistrement par téléphone
dosv_33 : dat_pc_confo_recu	Indique la date de réception du formulaire conformant un véhicule dont la conformation avait été faite par téléphone
dosv_34 : sta_doss_vrifn	Indique le statut de traitement d'un dossier de vérification mécanique (certificat de vérification mécanique et conformité) Description des valeurs A Actif X Annulé
dosv_35 : nip_dosver	Numéro d'identification
dosv_36 : cod_annul_dosver	Indique si le certificat en question est annulé pour une raison quelconque, il indique également la raison Description des valeurs DV Date de vérification erronée DC Date de conformité erronée NC Numéro de certificat erroné MV Mauvais véhicule MM Inversion mineur-majeur MP Mauvais propriétaire
dosv_37 : indic_eff_dosver	Indicateur permettant de préciser si le dossier de vérification en présence est à traiter. en effet, le dossier le plus lourd, en terme d'éléments de non-conformité doit être traité prioritairement Description des valeurs O Effectif N Non effectif
dosv_38 : dat_levee_intdc	Un véhicule ayant une interdiction de renouveler l'immatriculation du a un cvm contenant des défectuosités mineures voit l'interdiction levée par la transaction d'immatriculation car le véhicule a été acheté par un commerçant autorisé et revendu par la suite. Il y a présomption que les réparations ont été faites par le commerçant avant la vente
dosv_39 : dat_confo_tec	
dosv_40 : no_certf_confo_tec	
dosv_42 : no_manda_confo_tec	
dosv_44 : sta_confo_tec	
dosv_45 : no_mecnc_confo_tec	Numéro du mécanicien qui a constaté la conformité technique du véhicule
dosv_46 : kmg_vehver	Cet élément représente le kilométrage parcouru, tel qu'affiché à l'odomètre du véhicule vérifié au moment de la vérification mécanique. Cet élément servira à des fins statistiques et de contrôle de qualité surtout sans le cas d'une vérification mécanique périodique

V_DEFECT_MIN: Contient les défectuosités mineures identifiées lors d'une vérification mécanique

Liste des variables	Description des variables
dosv_1 : no_cert_vrifn_mec	Numéro unique permettant d'identifier chacun des certificats de vérification mécanique utilisés lors d'une inspection effectuée sur un véhicule donné
dosv_47 : ctr_defec_miner	Identifie le nombre de défectuosités mineures décrites dans un certificat de vérification mécanique
dosv_48 : comp_defec_miner	Identifie une composante défectueuse
dosv_49 : empla_compo_miner	Indique l'emplacement sur le véhicule de la composante ayant une défectuosité mineure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
Dosv_50 : natur_defec_miner	Code identifiant la nature d'une défectuosité mineure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
.....	.....
dosv_105 : comp_defec_miner	Identifie une composante défectueuse
dosv_106 : empla_compo_miner	Indique l'emplacement sur le véhicule de la composante ayant une défectuosité mineure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
dosv_107 : natur_defec_miner	Code identifiant la nature d'une défectuosité mineure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire

V_DEFECT_MAJ: Contient les défectuosités majeures identifiées lors d'une vérification mécanique

Liste des variables	Description des variables
dosv_1 : no_cert_vrifn_mec	Numéro unique permettant d'identifier chacun des certificats de vérification mécanique utilisés lors d'une inspection effectuée sur un véhicule donné
dosv_108 : ctr_defec_majer	Identifie le nombre de défectuosités majeures décrites dans un certificat de vérification mécanique
dosv_109 : comp_defec_majer	Identifie une composante défectueuse
dosv_110 : empla_compo_majer	Indique l'emplacement sur le véhicule de la composante ayant une défectuosité majeure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
dosv_111 : natur_defec_majer	Code identifiant la nature d'une défectuosité majeure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
.....	.....
dosv_142 : comp_defec_majer	Identifie une composante défectueuse
dosv_143 : empla_compo_majer	Indique l'emplacement sur le véhicule de la composante ayant une défectuosité majeure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire
dosv_144 : natur_defec_majer	Code identifiant la nature d'une défectuosité majeure Description des valeurs Code Emplacement Voir formulaire

Annexe II

Prédiction des risques avec des modèles à effets aléatoires et application aux flottes de véhicules

AII.1 Introduction

De nombreux risques assurables sont liés à l'apparition d'événements susceptibles de survenir plusieurs fois: accidents (de la circulation, du travail, climatiques), ou épisodes de maladie ou de chômage. Pour prédire ce type de risques, la communauté des actuaires utilise essentiellement deux types de méthodes.

• La première approche consiste à résumer l'historique individuel dans des composantes de régression. Elle est très utilisée par les actuaires praticiens, et a été retenue pour les contrats auto individuels de la SAAQ (Dionne et Vanasse (1997)). Ses avantages sont certains: simplicité des calculs, application directe à la prédiction.

• La deuxième approche a été développée par les actuaires académiques. La prédiction repose sur un principe de révélation par l'expérience de caractéristiques cachées des individus, caractéristiques qui sont pertinentes dans l'explication des lois de risque. Dans un premier temps, on estime les lois de risque d'individus génériques. Un individu générique représente une classe d'individus réels dont les caractéristiques observables (donc susceptibles d'être intégrées à un modèle de tarification *a priori*) sont les mêmes. Seules les caractéristiques inobservables diffèrent dans la classe. L'hétérogénéité résiduelle entre les lois de risque des individus réels est représentée par un mélange des lois dans la classe. Cette loi de mélange est celle d'un effet aléatoire, et la loi d'un individu générique est calculée dans le modèle à effets aléatoires. Les lois des individus réels appartiennent à un modèle à effets fixes. Une fois ces lois estimées, le prédicteur s'obtient en utilisant l'historique individuel comme révélateur, et en poursuivant l'individu réel derrière l'individu générique. Le rapport entre la prédiction d'un risque individuel et la prime de risque de l'individu générique associé s'interprète comme un coefficient de bonus-malus.

Comparée à une prédiction par représentation de l'historique dans les composantes de régression, la méthode des effets aléatoires a deux inconvénients potentiels.

• L'estimation des paramètres du modèle à effets aléatoires n'est pas toujours aisée. Par exemple, les vraisemblances des lois des individus génériques ne sont pas forcément explicites. Cela étant, si les lois de risque des individus réels sont des lois de Poisson ou issues de modèles linéaires, un mélange quelconque de ces lois est facile à estimer (Pinquet (1998a)). L'idée de base est que le risque d'un individu générique est estimé de manière convergente par la prime de risque *a priori* de tout individu réel appartenant à la classe qui définit l'individu générique. On peut alors estimer certains moments de la loi de mélange, et les lois de risque des individus génériques.

• L'autre inconvénient potentiel des méthodes de prédiction suivant un principe de révélation est que, une fois le modèle à effets aléatoires estimé, le prédicteur n'est pas forcément explicite. Une méthode populaire chez les actuaires consiste à retenir une famille paramétrée de lois de mélange, et d'obtenir le prédicteur comme une espérance mathématique estimée dans le modèle à effets aléatoires (Lemaire (1985), Dionne, Vanasse (1989), Pinquet (1997)). Dans cette approche, le prédicteur n'est pas toujours explicite, et il ne l'est pas dans les modèles à effets aléatoires dont la vraisemblance n'est pas explicitable, ce qui nous ramène au premier inconvénient.

Une autre approche de la prédiction sur un principe de révélation, qui a remporté un grand succès chez les actuaires, est due à Bühlmann (1967). Elle calcule des prédicteurs dont la forme est contrainte à être linéaire par rapport aux variables de risque (le plus souvent des nombres de sinistres). Cette approche, qualifiée de "méthode de crédibilité linéaire", procède d'une démarche semi-paramétrique. Il n'est pas nécessaire de retenir une famille paramétrée de lois de mélange, car le prédicteur s'obtient à partir de l'estimation de moments de ces lois. Par ailleurs, les prédicteurs obtenus sont, soit explicites (ce sera le cas dans cette étude), soit obtenus par résolution de systèmes linéaires (cf. Pinquet (1998b) pour les modèles de Poisson à plusieurs équations).

Le terme "crédibilité" provient de l'écriture du prédicteur (ou du coefficient de bonus-malus) comme une moyenne pondérée entre l'historique individuel et l'historique de l'échantillon. Soit un système bonus-malus reposant sur le nombre d'événements d'un certain type (sinistres, infractions...), et un individu pris isolément. Soit n (resp. $\widehat{E(N)}$) le nombre d'événements observés sur cet individu (resp. la prime fréquence associée à ce nombre, soit une estimation de l'espérance de ce nombre). Un coefficient de bonus-malus

issu d'une formule de crédibilité sera du type

$$(1-\alpha)+\alpha\frac{n}{\widehat{E(N)}}.$$

Dans ce type de formule, α est la crédibilité donnée à l'historique individuel.

La méthode retenue pour l'estimation des modèles de Poisson à effets aléatoires procède de la même logique que l'approche crédibilité linéaire pour la prédiction. On travaille sur les moments de la loi de mélange, en évitant de calculer des vraisemblances dans le modèle à effets aléatoires. Le maximum de vraisemblance est réservé à la tarification *a priori*. Ce faisant, on évite les deux écueils précités.

Compte tenu des difficultés éventuelles dans l'estimation du modèle à effets aléatoires et dans son application à la prédiction, quel avantage relatif peut avoir la deuxième approche en comparaison de la première? Certains praticiens disent qu'il n'y en a guère, mis à part l'écriture et la publication d'articles par les académiques...

La réponse usuelle que font les tenants des méthodes de prédiction sur un principe de révélation est que la première approche ne tient pas compte de l'exposition au risque, exposition mesurée par la prime *a priori*. De ce fait l'équité dans la tarification *a posteriori* n'est pas vérifiée pour chaque niveau de risque. Les praticiens peuvent rétorquer qu'après tout de nombreux systèmes bonus-malus fonctionnent ainsi, et c'est le cas de celui encore en vigueur en France. Par ailleurs il est possible de remédier à ce problème en introduisant dans la régression des effets croisés relatifs à l'historique et à l'exposition au risque.

Si on peut envisager de négliger le problème de l'exposition au risque dans la prédiction des risques individuels, il est tout à fait impossible de tenir cette position dans le cas des flottes de véhicules. La taille d'une flotte de véhicules va jouer un rôle crucial dans la prédiction du risque. Mais l'influence de la taille sur la prédiction dépendra fortement de la nature de l'hétérogénéité des risques, et c'est ce que nous développons dans la prochaine section.

AII.2 Influence de la taille de la flotte sur les coefficients de bonus-malus: quelques exemples

Un portefeuille de flottes se présente comme un échantillon stratifié, les strates étant les flottes de véhicules. Un système bonus-malus reposant sur un principe de révélation doit reposer sur des effets fixes et aléatoires hiérarchiques: pour chaque véhicule, on intègre un effet spécifique au véhicule

et un effet spécifique à la flotte dans la loi du nombre de sinistres. Jewell (1975) est le premier actuaire à avoir écrit dans ce sens. L'effet spécifique au véhicule reflète par exemple le comportement du ou des conducteurs, tandis que l'effet spécifique à la flotte pourrait être associé à la politique d'entretien des véhicules, et à l'existence ou non d'incitations données aux conducteurs à trop conduire. Etudions le comportement des coefficients de bonus-malus en fonction de la taille de la flotte dans deux cas particuliers.

- Seul l'effet véhicule est conservé. Soit une flotte de m véhicules issus d'un portefeuille où tous les véhicules ont le même risque *a priori*. On écrit

$$N_i \sim P(\lambda u_i) \ (i = 1, \ldots, m).$$

Le paramètre λ est la fréquence moyenne des sinistres sur l'échantillon. L'effet fixe u_i associé au véhicule i est la réalisation d'une variable aléatoire U_i d'espérance 1 et de variance σ^2. L'indépendance supposée des U_i implique que le coefficient de bonus-malus associé à la flotte sera la moyenne des boni-mali sur les véhicules. Des calculs usuels (cf. Bühlmann (1970)) conduisent à une crédibilité égale à

$$\alpha = \frac{\widehat{\lambda}\widehat{\sigma^2}}{1 + \widehat{\lambda}\widehat{\sigma^2}}$$

aussi bien pour les flottes que pour les véhicules. Du fait de la diversification des risques, la variance du rapport nombre-prime fréquence tend vers 0 quand la taille de la flotte tend vers l'infini, et il en est de même pour la variance du coefficient de bonus-malus. La limite de ce coefficient est evidemment 1. Un calcul dans le modèle à effets aléatoires montre que la variance du coefficient de bonus-malus décroît avec la taille de la flotte.

- Seul l'effet flotte est conservé. Dans ce cas, on peut écrire

$$N_i \sim P(\lambda u) \ (\forall i = 1, \ldots, m) \Rightarrow \sum_{i=1}^{m} N_i \sim P(m \lambda u),$$

si les N_i sont indépendants dans le modèle à effets fixes. On en déduit que la crédibilité accordée à la flotte est égale à

$$\alpha = \frac{m\widehat{\lambda}\widehat{\sigma^2}}{1 + m\widehat{\lambda}\widehat{\sigma^2}}.$$

Cette crédibilité tend vers 1 quand m tend vers l'infini, et le coefficient de bonus-malus tend vers u, effet fixe associé à la flotte. Dans le modèle à effets aléatoires (ou empiriquement sur un échantillon de flottes), la variance du coefficient de bonus-malus croît avec la taille de la flotte, et tend vers σ^2 quand m tend vers l'infini. Cette variance mesure l'efficacité de la révélation des lois de risque par l'expérience.

Si les deux effets aléatoires sont juxtaposés, on peut donc s'attendre à une croissance de la crédibilité accordée à l'historique de la flotte en fonction de la taille de celle-ci, pour autant que la variance estimée de l'effet aléatoire spécifique aux flottes soit positive. Par contre, il n'y a pas de monotonie de la variance des coefficients de bonus-malus en fonction de la taille de la flotte. L'augmentation de la révélation du risque spécifique aux flottes est contrebalancée par la compensation des risques sur les véhicules.

Pour chaque véhicule, une prédiction du risque basée sur l'intégration de l'historique dans des composantes de régression se devrait d'intégrer à la fois l'historique du véhicule et l'historique de la flotte dans sa globalité. Comme la crédibilité accordée à la flotte varie avec la taille de celle-ci, il faudrait impérativement faire dépendre de la taille le coefficient associé à l'historique de la flotte.

La prise en compte des historiques individuels dans la prédiction pose ici un problème. La matière assurable n'est connue précisément qu'*ex post* par les assureurs, les propriétaires d'une flotte pouvant acquérir des véhicules ou s'en défaire sans que le contrat soit renégocié. Même si un correctif de prime est payé après la fin d'un exercice, il faudra tenir compte d'un turnover de la flotte dans la prédiction. Comme il n'y a pas de notion de conducteur désigné pour un véhicule, un nouveau véhicule ne peut être apparié qu'à une flotte, et à aucun véhicule précédent. Ceci n'est pas sans conséquence dans la prédiction, où les historiques individuels pèseront d'autant plus que le turnover anticipé sera faible.

La dernière section expose un modèle à effets aléatoires destiné à prédire la fréquence des sinistres à partir de l'historique des infractions. Comme on l'a exposé dans l'introduction, on estimera des moments sur les effets aléatoires à partir de résidus calculés dans le modèle de tarification *a priori*. Ces estimations de moments seront ensuite utilisées pour prédire les risques dans une approche semi-paramétrique de crédibilité linéaire.

Le coefficient de bonus-malus sera obtenu à partir de l'historique de la flotte, représenté par le quotient nombre d'infractions - estimation de l'e-

spérance de ce nombre. La crédibilité accordée à cet historique sera décomposée en une crédibilité-flotte (associée à l'effet fixe spécifique à la flotte) et des crédibilités-véhicules, relatives aux effets fixes spécifiques aux véhicules.

AII.3 Tarification avec l'historique des infractions relatives aux vehicules et aux flottes

AII.3.1 Présentation et estimation du modèle

La structure hiérarchique de l'échantillon est prise en compte par une double indexation: $f = 1, \ldots, F$ indice les flottes (les strates de l'échantillon), et $i = 1, \ldots, m_f$ indice les véhicules dans la flotte (m_f est la taille de la flotte). Si N_{fi} est le nombre de sinistres enregistrés sur le véhicule i de la flotte f, on écrit

$$N_{fi} \sim P(\lambda_{fi} u_{fi}) \; ; \; f = 1, \ldots, F; \; i = 1, \ldots, m_f$$

pour le modèle à effets fixes. Le paramètre individuel λ_{fi} est fonction des variables observables qui qualifient l'individu, et l'effet fixe u_{fi} résume l'hétérogénéité résiduelle dans les lois de nombre de sinistres. Plus précisément, on pose

$$\lambda_{fi} = d_{fi} \exp(x_f \gamma + z_{fi} \delta); \; u_{fi} = r_f \, s_{fi}. \tag{1}$$

Le paramètre λ_{fi} est proportionnel à d_{fi}, durée d'observation du véhicule. Les vecteurs-lignes x_f et z_{fi} sont les composantes de régression spécifiques aux flottes et aux véhicules. Les vecteurs-colonnes γ et δ représentent les paramètres associés. De même, u_{fi} est le produit d'un effet fixe relatif à la flotte, et d'un effet fixe relatif au véhicule.

Les lois précédentes sont celles des individus réels, et on suppose que les variables $(N_{fi})_{f=1,\ldots,F;i=1,\ldots,m_f}$ sont indépendantes entre elles. Les effets fixes $(r_f, s_{fi})_{f=1,\ldots,F;i=1,\ldots,m_f}$ sont la réalisation d'effets aléatoires, et chaque famille $(R_f)_{f=1,\ldots,F}$ et $(S_{fi})_{f=1,\ldots,F;i=1,\ldots,m_f}$ est supposée i.i.d. Ces effets aléatoires sont supposés indépendants entre eux.

Soit INF_{fi} le nombre d'infractions enregistrées sur le véhicule i de la flotte f. On écrit

$$INF_{fi} \sim P(\tau_{fi} t_{fi}),$$

où τ_{fi} est la composante de la fréquence expliquée par les variables qualifiant les flottes et les véhicules, et où t_{fi} est l'effet fixe. Comme pour les nombres de sinistres, t_{fi} sera décomposé en $t_{fi} = p_f \, q_{fi}$, un produit des deux effets fixes relatifs à la flotte et au véhicule. Toutes les variables sont supposées indépendantes dans le modèle à effets fixes, ce qui suppose que la survenance

d'un accident ne déclenche pas de contrôle débouchant sur un relevé d'infractions. Soit $\widehat{\lambda_{fi}}$ et $\widehat{\tau_{fi}}$ les primes-fréquences calculées dans les modèles de tarification *a priori* sur les nombres de sinistres et d'infraction. On a

$$\widehat{\lambda_{fi}} \longrightarrow E(N_{fi}) = \lambda_{fi} E(U_{fi}); \; \widehat{\tau_{fi}} \longrightarrow E(INF_{fi}) = \tau_{fi} E(T_{fi}), \qquad (2)$$

les espérances étant calculées dans le modèle à effets aléatoires. On utilise ici le résultat rappelé dans l'introduction, qui dit entre autres que la prime fréquence *a priori* d'un individu converge vers le risque fréquence de l'individu générique associé.

Les effets aléatoires associés à des véhicules différents sont supposés indépendants. D'après les formules de variance et de covariance totales, on peut écrire dans le modèle à effets aléatoires

$$Cov(N_{fi}, INF_{fi}) = \lambda_{fi}\tau_{fi} Cov(U_{fi}, T_{fi});$$

$$i \neq i' : \; Cov(N_{fi}, INF_{fi'}) = \lambda_{fi}\tau_{fi'} Cov(U_{fi}, T_{fi'}) = \lambda_{fi}\tau_{fi'} E(S_{fi})\, E(Q_{fi'})\, Cov(R_f, P_f);$$

$$i \neq i' : \; Cov(INF_{fi}, INF_{fi'}) = \tau_{fi}\tau_{fi'}\, Cov(T_{fi}, T_{fi'}) = \tau_{fi}\tau_{fi'} E(Q_{fi})\, E(Q_{fi'})\, V(P_f);$$

$$V(INF_{fi}) = E(INF_{fi}) + \left(E^2(INF_{fi}) CV^2(T_{fi})\right). \qquad (3)$$

Soit U, R, T et P des variables aléatoires ayant même loi jointe que tout quadruplet d'effets aléatoires $(U_{fi}, R_f, T_{fi}, P_f)$. A partir de (2) et (3), on en déduit les limites suivantes, que l'on utilisera dans la prédiction par crédibilité linéaire.

$$\widehat{V_{UT}}^{1} = \frac{\sum_{f,i} \left(N_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}}\right)\left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)}{\sum_{f,i} \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi}}} \rightarrow \frac{Cov(U,T)}{E(U)E(T)};$$

$$\widehat{V_{RP}}^{1} = \frac{\sum\limits_{f} \sum\limits_{i,i' \in f / i \neq i'} \left(N_{fi} - \widehat{\lambda_{fi}}\right)\left(INF_{fi'} - \widehat{\tau_{fi'}}\right)}{\sum\limits_{f} \sum\limits_{i,i' \in f / i \neq i'} \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi'}}} \rightarrow \frac{Cov(R,P)}{E(R)E(P)}$$

$$\widehat{V_{PP}}^{1} = \frac{\sum\limits_{f} \sum\limits_{i,i' \in f / i \neq i'} \left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)\left(INF_{fi'} - \widehat{\tau_{fi'}}\right)}{\sum\limits_{f} \sum\limits_{i,i' \in f / i \neq i'} \widehat{\tau_{fi}}\widehat{\tau_{fi'}}} \rightarrow CV^2(P) = \frac{V(P)}{E^2(P)};$$

$$\widehat{V_{TT}}^{1} = \frac{\sum\limits_{f,i} \left[\left(INF_{fi} - \widehat{\tau_{fi}}\right)^2 - \widehat{\tau_{fi}}\right]}{\sum\limits_{f,i} \widehat{\tau_{fi}}^2} \rightarrow CV^2(T) = \frac{V(T)}{E^2(T)}. \qquad (4)$$

Avec les formules obtenus en (2), (3) et (4), on en déduit les estimations de moments utiles pour la prédiction par crédibilité linéaire, par exemple

$$\widehat{Cov}(N_{fi}, INF_{fi}) = \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi}}\frac{\widehat{Cov}(U_{fi}, T_{fi})}{\hat{E}(U_{fi})\hat{E}(T_{fi})} = \widehat{\lambda_{fi}}\widehat{\tau_{fi}}\widehat{V_{UT}}^{1}.$$

A2.3.2 Prédiction par crédibilité linéaire

Calculons le coefficient de bonus-malus sur la fréquence des sinistres pour l'individu i_0 de la flotte f. L'indice de flotte est supprimé pour alléger les notations. On retient un coefficient de la forme $\widehat{a_{i_0}} + \widehat{b_{i_0}}\left(\sum_{i=1}^{m} inf_i\right)$, avec

$$(\widehat{a_{i_0}}, \widehat{b_{i_0}}) = \arg\min_{a,b} \hat{E}\left[\left(\frac{U_{i_0}}{E(U_{i_0})} - a - b\left(\sum_{i=1}^{m} INF_i\right)\right)^2\right],$$

les espérances estimées étant calculées dans le modèle à effets aléatoires. A partir des formules de la régression linéaire, on obtient un coefficient de bonus-malus égal à

$$1 + \hat{b}\left(\sum_{i=1}^{m} inf_i\right);\ \hat{b} = \frac{\widehat{Cov}\left(\frac{U_{i_0}}{E(U_{i_0})}, \sum_{i=1}^{m} INF_i\right)}{\hat{V}\left(\sum_{i=1}^{m} INF_i\right)},$$

avec

$$\widehat{Cov}\left(\frac{U_{i_0}}{E(U_{i_0})}, \sum_{i=1}^{m} INF_i\right) = \widehat{V_{RP}}^{1}\left(\sum_{i=1}^{m}\hat{\tau}_i\right) + \left((\widehat{V_{UT}}^{1} - \widehat{V_{RP}}^{1})\hat{\tau}_{i_0}\right).$$

Le deuxième terme du membre de droite est supprimé si le véhicule i_0 ne peut être apparié à l'un des véhicules observés en première période dans cette flotte. On a par ailleurs

$$\hat{V}\left(\sum_{i=1}^{m} INF_i\right) = \left(\sum_{i=1}^{m}\hat{\tau}_i\right) + \left(\widehat{V_{PP}}^{1}\left(\sum_{i=1}^{m}\hat{\tau}_i\right)^2\right) + \left[(\widehat{V_{TT}}^{1} - \widehat{V_{PP}}^{1})\left(\sum_{i=1}^{m}\hat{\tau}_i^2\right)\right].$$

Le coefficient de bonus-malus peut alors s'écrire

$$bonmal_{i_0} = (1 - cred_{i_0}) + cred_{i_0}\frac{\sum_{i=1}^{m} inf_i}{\sum_{i=1}^{m}\hat{\tau}_i};$$

$$cred_{i_0} = \alpha\ (i_0 \notin \{1, \ldots, m\});\ cred_{i_0} = \alpha + \beta_{i_0}\ (i_0 \in \{1, \ldots, m\}),$$

avec

$$\alpha = \frac{\widehat{V_{RP}}^{-1}\left(\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i\right)}{1+\left(\widehat{V_{PP}}^{-1}\left(\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i\right)\right)+\left[\left(\widehat{V_{TT}}^{-1}-\widehat{V_{PP}}^{-1}\right)\left(\frac{\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i^2}{\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i}\right)\right]};$$

$$\beta_{i_0} = \frac{\left(\widehat{V_{UT}}^{-1}-\widehat{V_{RP}}^{-1}\right)\widehat{\tau}_{i_0}}{1+\left(\widehat{V_{PP}}^{-1}\left(\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i\right)\right)+\left[\left(\widehat{V_{TT}}^{-1}-\widehat{V_{PP}}^{-1}\right)\left(\frac{\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i^2}{\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i}\right)\right]}. \qquad (5)$$

Assez logiquement, le coefficient α croît avec $\widehat{V_{RP}}^{-1}$, un coefficient associé à la covariance de deux effets aléatoires spécifiques aux flottes, et associés aux deux types d'événements (celui que l'on prédit, et celui retenu dans le prédicteur).

Le coefficient β_{i_0} représente la crédibilité spécifique au véhicule. Il n'a de sens que si $\widehat{V_{UT}}^{-1} > \widehat{V_{RP}}^{-1}$, condition vérifiée sur les données de l'étude. L'estimateur $\widehat{V_{UT}}^{-1}$ est associé à la covariance d'effets aléatoires obtenus en multipliant des effets spécifiques aux flottes et aux véhicules.

Pour les flottes ouvertes (dont la composition peut varier sans qu'on ait à renégocier le contrat), il faut anticiper un taux de rotation de la flotte pour prédire le risque. Si ρ est ce taux de rotation (soit la proportion des véhicules observés en première période et qui ne seront plus assurés à la période suivante), on peut retenir une crédibilité de $\alpha + ((1-\rho)\overline{\beta})$ pour la flotte, où $\overline{\beta}$ est la moyenne des β_i.

Le prédicteur obtenu ici ne peut être convergent, puisque l'événement dont on prédit la fréquence n'est pas pris en compte dans l'historique. Quand la taille m d'une flotte tend vers l'infini, on a

$$\lim_{m\to+\infty} cred_{i_0} = \frac{\widehat{V_{RP}}^{-1}}{\widehat{V_{PP}}^{-1}}\ \forall i_0,$$

le coefficient de crédibilité $cred_{i_0}$ étant défini en (5). La limite, calculée dans le modèle à effets aléatoires, du ratio sinistre à primes (en nombre et fréquence d'infractions-véhicule) est

$$\lim_{m\to+\infty} \frac{\sum_{i=1}^{m} INF_i}{\sum_{i=1}^{m}\widehat{\tau}_i} = \frac{P}{E(P)}.$$

On en déduit la limite du coefficient de bonus-malus

$$\lim_{m\to+\infty} bonmal_{i_0} = \left(1-\frac{\widehat{V_{RP}}^{-1}}{\widehat{V_{PP}}^{-1}}\right)+\left(\frac{\widehat{V_{RP}}^{-1}}{\widehat{V_{PP}}^{-1}}\frac{P}{E(P)}\right),$$

ce qui prouve la non-convergence du système (la limite devrait être $R/E(R)$, où R est l'effet aléatoire associé à la flotte dans les lois de nombre de sinistres). On peut par ailleurs interpréter cette limite du coefficient de bonus-malus comme l'estimation de la régression affine de $P/E(P)$ sur $R/E(R)$.

Les variances des limites de ces coefficients de bonus-malus et de coefficients convergents sont respectivement $\left(\widehat{V_{RP}}^{1}/\widehat{V_{PP}}^{1}\right)^{2} CV^2(P)$ et $CV^2(R)$, et peuvent être estimées par $\left(\widehat{V_{RP}}^{1}\right)^{2}/\widehat{V_{PP}}^{1}$ et $\widehat{V_{RR}}^{1}$.

Cette différence traduit la perte d'efficacité due à la non-prise en compte de l'historique des sinistres, dans la prédiction de leur fréquence.

Références de l'annexe II

Bühlmann, H. (1967). "Experience Rating and Credibility," *ASTIN Bulletin* 4, 199-207.

Bühlmann, H. (1970). *Mathematical Methods in Risk Theory*. Die Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, Springer Verlag.

Dionne, G., and C. Vanasse. (1989). "A Generalization of Automobile Insurance Rating Models: the Negative Binomial Distribution with a Regression Component," *ASTIN Bulletin* 19, 199-212.

Dionne, G., and C. Vanasse. (1997). "The Role of Memory and Saving in Long-Term Contracting with Moral Hazard: An Empirical Evidence in Automobile Insurance," Mimeo, Risk Management Chair, HEC-Montreal.

Jewell, W.S. (1975). "The Use of Collateral Data in Credibility Theory: a Hierarchical Model," Research Memorandum 75-24, International Institute for Applied System Analysis. Luxembourg (cité dans "Advanced Risk Theory," F. Etienne de Vylder, Edition de l'Université de Bruxelles et Swiss Association of Actuaries, (1996)).

Lemaire, J. (1985). *Automobile Insurance: Actuarial Models*. Huebner International Series on Risk, Insurance and Economic Security.

Pinquet, J. (1997). "Allowance for Cost of Claims in Bonus-Malus Systems," *ASTIN Bulletin* 27, 33-57.

Pinquet, J. (1998a) "Allowance for hidden information by heterogeneous

models, and applications to insurance rating," *Automobile Insurance*, Kluwer Academic Publishers. Huebner International Series on Risk, Insurance and Economic Security (Editeurs: Georges Dionne et Claire Laberge-Nadeau).

Pinquet, J. (1998b). "Designing Optimal Bonus-Malus Systems from Different Types of Claims," *ASTIN Bulletin* 28, No. 2, 205-220.